L'AGRONOMIE
TROPICALE

Extrait du n° 1
Janvier-Février 1956

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA TRACHÉOMYCOSE DES CAFÉIERS EN OUBANGUI-CHARI

par

A. M. SACCAS

Chef du Laboratoire de Phytopathologie à la Station Centrale de Boukoko (A. E. F.)

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL
27 DEC 1956

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA TRACHÉOMYCOSE DES CAFÉIERS EN OUBANGUI-CHARI

par

A. M. SACCAS

Chef du Laboratoire de Phytopathologie à la Station Centrale de Boukoko (A. E. F.)

La trachéomycose des caféiers en Oubangui-Chari a déjà fait l'objet d'une étude préliminaire publiée dans cette revue en 1951 (24). Depuis, les recherches ont été poursuivies surtout par voie expérimentale. Leurs buts étaient de compléter nos précédentes observations, de confirmer certains points, en particulier le mode de pénétration du parasite et le processus d'infection des caféiers — points sujets à controverses de la part des différents spécialistes intéressés par cette épiphytie —, la durée d'incubation de la maladie et les moyens de lutte et surtout de rechercher des lignées et individus résistants par la méthode des inoculations artificielles. En outre, l'étude approfondie du champignon lui-même, complétée par des observations dans la nature et des essais, a permis de mettre en évidence la présence de trois races physiologiques, morphologiquement et biologiquement distinctes, au sein du *Fusarium xylarioides* Steyaert. Le problème de la transmission de la maladie par les semences a été également étudié.

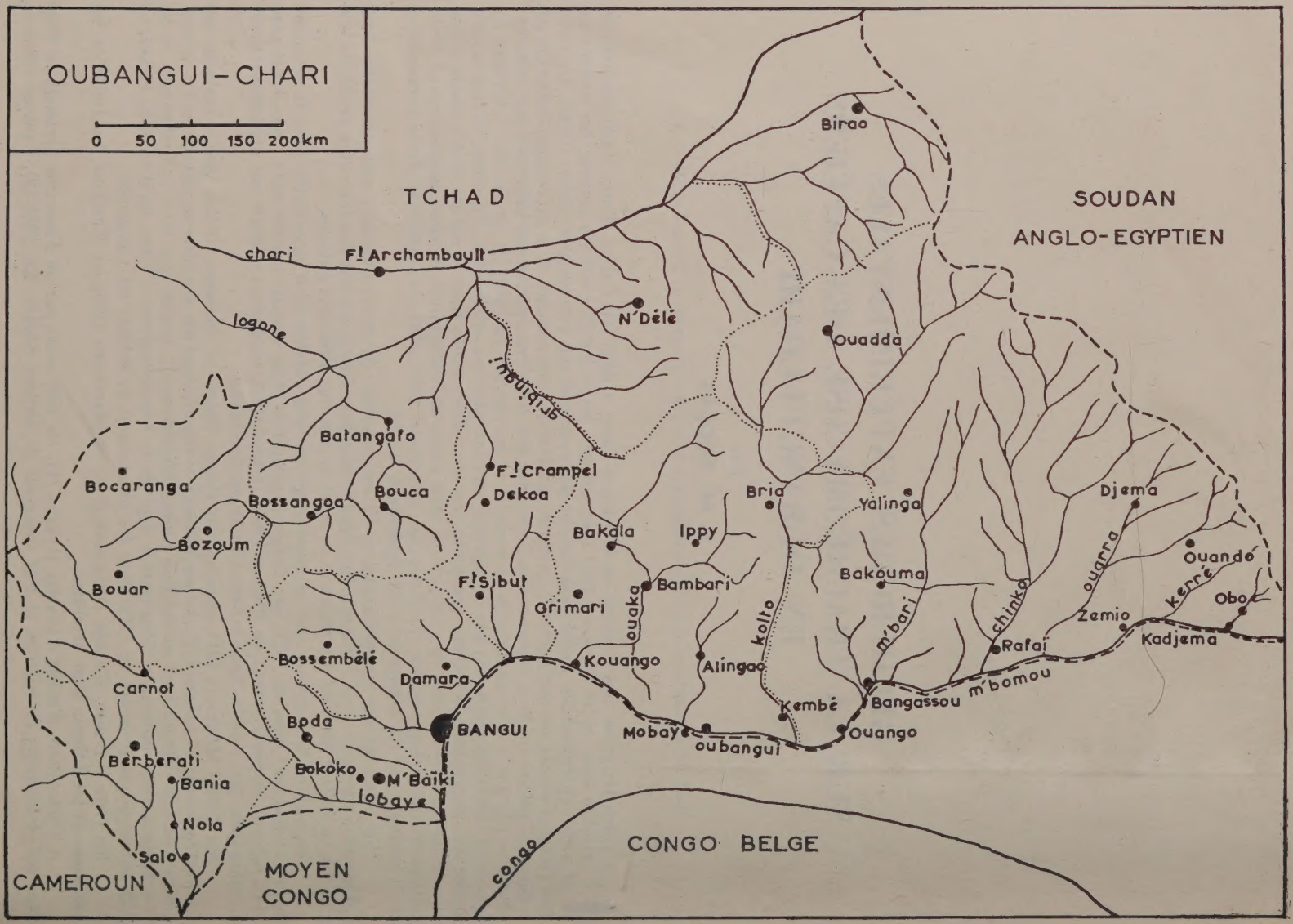
Nos observations complémentaires et les résultats de nos recherches expérimentales font l'objet de la présente note. Nous sommes dans l'obligation d'évoquer certains faits déjà présentés (24) afin d'y enchaîner les faits nouveaux et le point de vue des différents auteurs.

Rappelons brièvement que la trachéomycose des caféiers s'est manifestée pour la première fois en Oubangui-Chari, en 1927, sur *Coffea excelsa*. Elle était décelée ensuite sur *C. neo-Arnoldiana* et *C. robusta*, respectivement en 1949 et 1950. Depuis 1953, quelques cas isolés ont été constatés sur *C. canephora* var. « de la Nana » dans l'ouest du territoire.

En 1923, Mertens (21) signalait au Congo Belge la présence d'une grave maladie sur *C. neo-Arnoldiana*, *C. excelsa* et *C. Arunwimiensis*, se manifestant par une sorte de pourriture des racines, qui causait une défeuillaison suivie d'un rapide dépérissement, tandis que les *C. Kwilouensis* et les *C. robusta* étaient indemnes. S'agissait-il déjà de la trachéomycose ? Quoi qu'il en soit, Fraselle (12) annonçait sa présence en 1950 dans les plantations de *robusta* de Yangambi.

En Côte d'Ivoire, d'après Delassus (5, 6) et Meiffren (20), les Kouillou, les Indéniés, les Assikasso et les Liberia sont atteints.

A Porto-Rico, d'après Alvarez Garcia (1), un wilt causé par un *Fusarium* sévissait en 1939 dans les plantations de caféiers et leur infligeait de sérieux dégâts. En 1941 (2), l'auteur estimait


OUBANGUI-CHARI
0 50 100 150 200km
TCHAD
SOUDAN
ANGLO-EGYPTIEN
CAMEROUN
MOYEN
CONGO
CONGO BELGE
chari
logone
F! Archambault
N'Délé
Birao
Ouadda
Batangafo
Bocaranga
Bossangoa
Bouca
F! Crampel
Dekoa
Bozoum
Bouar
F! Sibut
Bakala
Ippy
Bria
Yalinga
Djema
Bakouma
Grimari
Bambari
ouaka
kolto
m'bari
chinko
ouara
kerré
Ouando
Obo
Zemio
Kadjema
Rafai
Bossembélé
Carnot
Damara
Kouango
Alingao
Bangassou
m'bomou
Kembé
Ouango
Boda
BANGUI
Mobaye
oubangui
Berberati
Bania
Bokoko
M'Baiki
lobaye
Nola
Salo
congo

que cette maladie était le facteur principal de la diminution de la production des caféiers de l'île. Le parasite responsable était considéré comme une nouvelle variété, *F. bulbigenum* var. *coffeae* (3), et sévissait seulement sur la variété Puerto-Rico, tandis que les tests effectués au laboratoire démontraient la réceptivité des variétés Murta, Ceylon Hybrid, Dewevrei et Columnaris (? *C. arabica*).

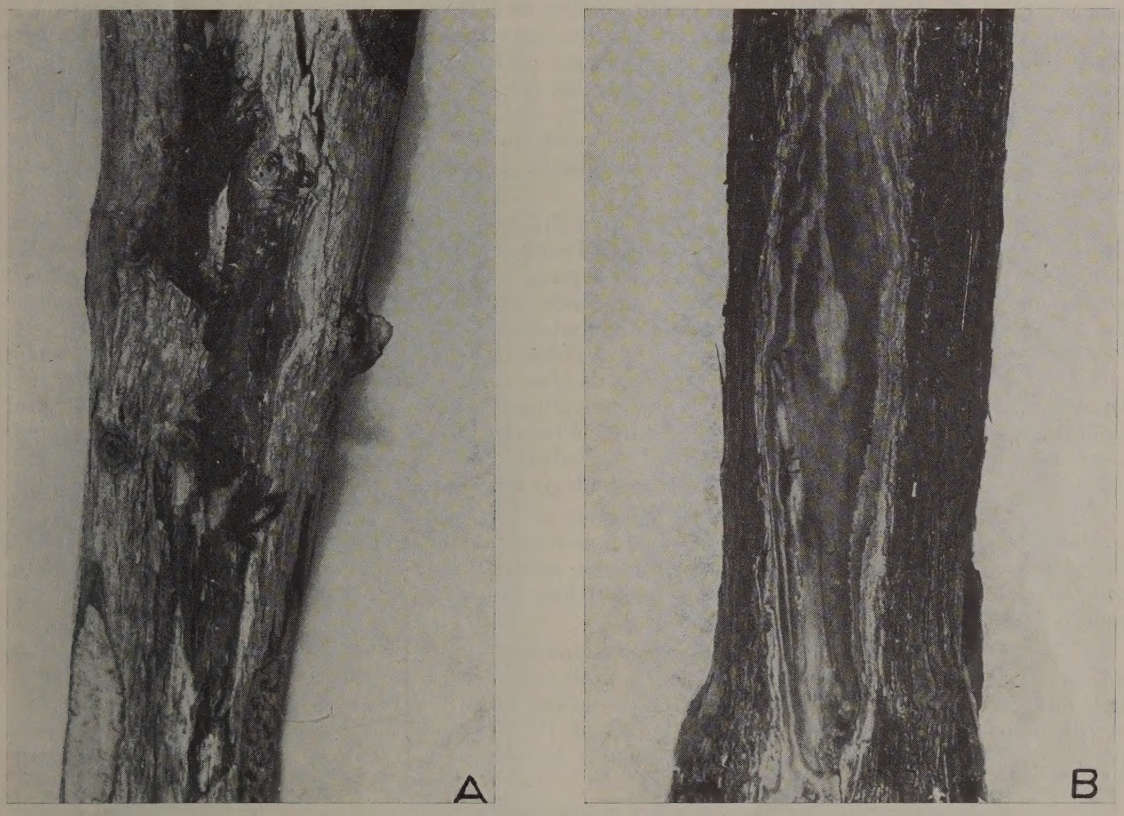


Fig. 1. Sous l'écorce du tronc, bandes longitudinales brun noirâtre, caractéristiques du bois des caféiers atteints de trachéomycose.
A : *C. robusta* ; B : *C. excelsa*.

Dans toutes les régions d'Afrique où sa présence est certaine, *Fusarium xylarioides*, agent de la trachéomycose, est considéré comme un redoutable ennemi du caféier par ses méfaits, sa virulence et la rapidité de son extension. Il attaque les caféiers de tout âge, du stade cotylédonaire au stade le plus avancé, contrairement à l'opinion de certains qui prétendent que l'infection des *C. excelsa* ne se manifeste qu'au moment de l'entrée en production et après une très forte récolte. Nos observations sur de nombreux *excelsa*, épargnés depuis plus de quinze ans et qui produisent abondamment — parfois plus de cent kilogrammes de cerises — ne nous ont permis de constater que quelques rares cas isolés de mortalité survenue au moment d'une production abondante. Deux hypothèses peuvent les expliquer : l'affaiblissement généralisé dû à une forte fructification leur confère une plus grande réceptivité à l'égard du champignon, ou bien, les nombreux traumatismes et blessures accidentels provoqués par les récolteurs ouvrent autant de voies de pénétration au parasite. Il se peut aussi qu'entrent en jeu les deux facteurs à la fois.

Les symptômes de la maladie ont été décrits en détail (23, 24) et sont à peu près identiques à ceux exposés par Delassus (6), Jacques-Félix (18, 19), Fraselle (12, 13) et pour toutes les espèces de caféiers atteintes.

Nous ne mentionnerons donc ici que quelques observations intéressant les symptômes internes.

En pratiquant des sections longitudinales du cylindre central, on remarque que les traînées colorées des fibres traversent généralement tout le tronc des caféiers morts de trachéomycose et sont progressivement atténuées vers le sommet ainsi que vers l'extrémité de la racine pivotante. Les bandes colorées (Fig. 1), au début peu étendues, peuvent parfois — dans le cas d'arbres morts depuis longtemps — occuper toute l'épaisseur du bois du cylindre central, surtout chez les très jeunes sujets. Les contrôles effectués en 1951 sur un grand nombre de caféiers *excelsa* morts de trachéomycose, à la suite de contaminations naturelles ou artificielles, ont montré que la coloration des fibres du bois était différente suivant les pieds. Les pourcentages de fréquence des trois colorations pigmentaires reconnues sur cinq cent cinquante pieds contrôlés étaient : coloration bleu verdâtre : 51 %, brun léger ou nulle : 35 %, rouge vineux à violacé : 14 %. Ces colorations sont dues à l'altération profonde des tissus envahis, surtout de la zone cambiale, ainsi qu'aux pigments diffus sécrétés par les hyphes du champignon. Elles peuvent intéresser également le système radiculaire et en particulier les grosses racines.

Déjà en 1951, Delassus (6) pensait qu'à l'intérieur du *Fusarium oxysporum* f. *xylarioides*, agent de la trachéomycose des caféiers en Côte d'Ivoire, il y avait lieu de distinguer un certain nombre de races morphologiquement semblables mais à propriétés biologiques et pathogéniques différentes. Depuis, nos observations dans la nature, une étude morphologique, micrographique et biométrique du *F. xylarioides*, ainsi que les expériences d'inoculations artificielles sur un grand nombre de caféiers âgés d'un, deux, cinq et six ans avec du mycélium et des conidies prélevés sur cultures artificielles, nous ont permis de déceler la présence de trois races physiologiques bien distinctes, non seulement par leurs caractères culturaux, morphologiques et biométriques, mais aussi par leurs propriétés biologiques (degré de virulence, durée d'incubation et de manifestation des symptômes) vis-à-vis d'une même espèce de *Coffea*. Les résultats de cette étude ont fait l'objet d'une Communication au VI[e] Congrès International de Microbiologie de Rome (25).

Il a été bien établi (24) que la propagation et la dissémination de la maladie se font par les conidies du *Fusarium* qui se forment abondamment sur les troncs, branches et rameaux des caféiers morts et surtout par les ascospores de la forme périthéciale, *Gibberella* (*Carbuncularia*) *xylarioides*, qui lui succède et continue à se former pendant longtemps, parfois deux ans, constituant ainsi une source inépuisable d'infection (Fig. 2).

Contrairement à l'opinion émise par certains auteurs, la transmission du parasite d'un arbre à l'autre ne se fait ni par le sol, ni dans le sol, mais uniquement par les parties aériennes. La progression de la maladie à partir des premiers foyers se fait suivant un processus mal défini que l'on peut attribuer au hasard. Ces faits déjà mentionnés en 1951 (24) ont été confirmés par des observations suivies dans les parcelles d'*excelsa* et de *robusta* de Boukoko, ainsi que dans les plantations européennes.

La possibilité de transmission par les graines provenant d'arbres atteints de trachéomycose, ou de plantations atteintes, a été évoquée à plusieurs reprises par les planteurs. Des essais ont été effectués dans ce sens à Boukoko en 1950 et 1953. En février 1950, mille cinq cents graines furent prélevées sur trois *excelsa* atteints de trachéomycose à l'approche de la maturité des cerises et semées en bacs. La levée pour chaque lot de cinq cents graines variait de 95 à 100 %. Jusqu'à leur transplantation en pépinière, au mois de juillet, les jeunes caféiers ne présentaient aucun signe de manifestation de la maladie, pas davantage jusqu'à l'âge de deux ans. Tous ces caféiers contaminés ensuite artificiellement sont morts rapidement. Une deuxième série d'expériences a été entreprise dans les mêmes conditions en janvier 1953. Aucune mortalité due à la trachéomycose n'a été relevée jusqu'ici.

Les premiers essais expérimentaux de Fraselle (12), en 1950, en vue d'éclaircir le problème de l'éventualité de la transmission du parasite par les graines avaient abouti également à des résultats négatifs.

Il résulte que la trachéomycose ne se transmet pas par les semences, même de celles provenant de caféiers atteints ou morts de la maladie.

Les formes conidienne, *Fusarium xylarioides* Steyaert, et ascosporée, *Gibberella* (*Carbuncularia*) *xylarioides* Heim et Saccas, ont fait l'objet d'études microscopiques détaillées (16, 17, 23, 24), dans lesquelles ont été énumérées les raisons qui font ranger la première forme dans la section *Liseola*. La combinaison proposée par Delassus (6, 8) pour la forme fusarienne, *Fusarium oxysporum* (Schl.) Sny. et Han. f. *xylarioides* n. comb., classant ainsi cette espèce dans le sous-groupe *oxysporum* de la section *Elegans* qui renferme des genres et espèces responsables de nombreux wilts et pourritures, mais dont la forme ascosporée n'est pas connue jusqu'ici, est, à notre avis, injustifiée.

La biologie du *F. xylarioides* a fait l'objet d'une étude approfondie dont les points essentiels ont déjà été énoncés (24). Rappelons seulement que cette étude nous a permis de déterminer en milieu saturé d'humidité les températures optimum (25-26° C), maximum (32°) et léthale (40°) de germination des conidies. Pour les ascospores, les températures correspondantes sont respectivement : 26-27°, 32°, 40°. Les ascospores et les conidies en suspension dans l'eau perdent leur pouvoir germinatif

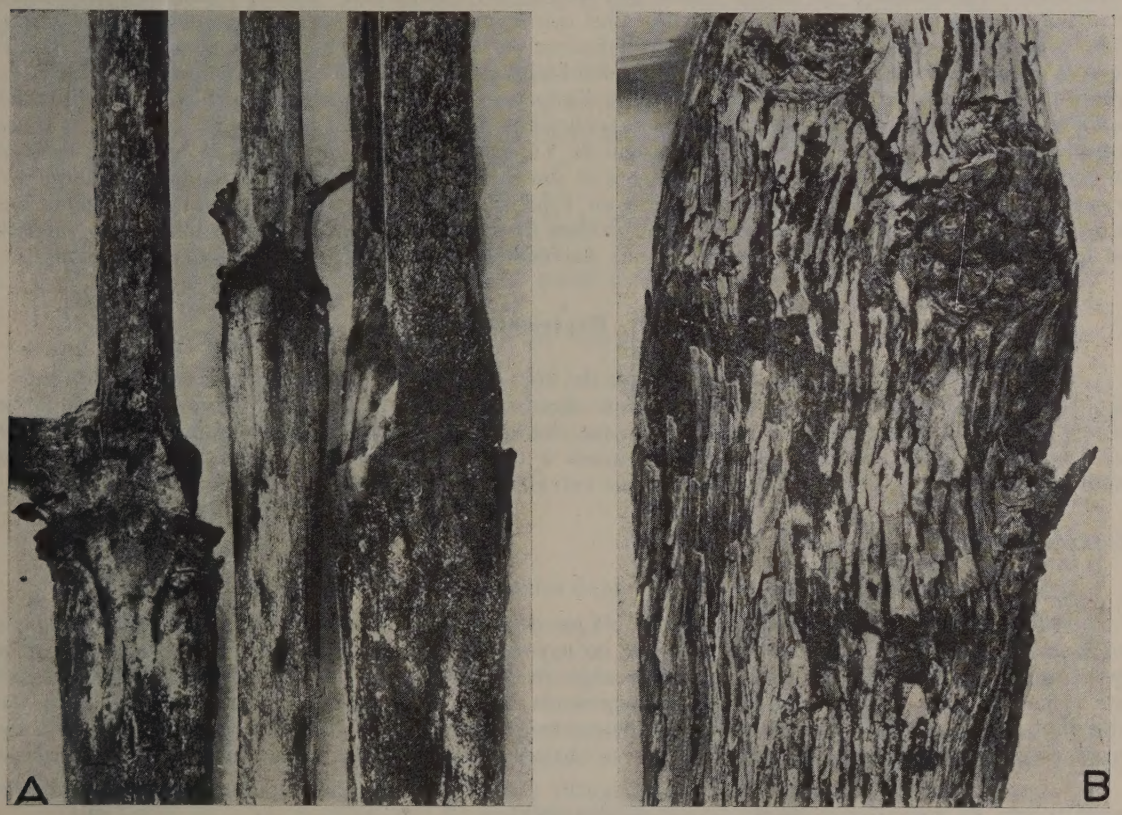


Fig. 2. A : Rameaux de *C. excelsa* morts de trachéomycose couverts d'efflorescences conidiennes de *Fusarium xylarioides*.
B : Tronc de *C. robusta* portant dans les fissures de l'écorce d'innombrables périthèces de *Gibberella* (*Carbuncularia*) *xylarioides*.

au bout de vingt-quatre heures à 45° C et de deux jours à 40°. Pour germer, elles exigent une atmosphère saturée d'humidité, leur contact avec de fines gouttelettes d'eau étant la condition la plus favorable ; dans ce cas, elles germent au bout de trois à six heures à la température optimum. L'humidité saturée sous forme de vapeur favorise également leur germination, mais celle-ci est plus lente qu'au contact d'eau liquide et elle ne se déclenche pas dans une atmosphère dont le taux d'humidité est inférieur à 70 %. La déhiscence des asques et la projection des ascospores en dehors des périthèces sont favorisées par l'action alternée de l'humidité et de la sécheresse. L'humidité seule favorise la déhiscence des asques et la gélification de leurs parois, mais non la projection des ascospores.

PÉNÉTRATION DU PARASITE : INFECTION DES CAFÉIERS

Le problème de l'infection de la plante par le parasite fut l'objet de nombreuses controverses de la part des spécialistes et des agronomes. En 1939, Figueres (10) pensait que la pénétration du champignon avait lieu par les racines. Par contre, en 1942, les expériences d'Esteve (9) le conduisaient à formuler l'hypothèse qu'elle se faisait par les parties aériennes. Pour Jacques-Félix en

1950 (18), elle se fait au niveau d'une blessure toujours située sur le système radiculaire ou le collet et le parasite, ainsi introduit dans les tissus mortifiés, s'installe dans les tissus sains. Il précise en 1954 (19) que les lésions des parties basses du tronc sont aussi le siège d'infections. De son côté, Delassus écrivait en 1951 (6) : « On ne connaît pas exactement les modalités de la pénétration du *Fusarium*. On a vu une entrée liée aux perforations de borers au voisinage des collets.... Mais il paraît tout aussi vraisemblable qu'elle se réalise par les racines traumatisées lors de l'émission des jeunes radicelles ». Un peu plus tard, l'auteur affirmait que la maladie à une origine racinaire dont l'évolution principale se passe dans le sol (7). Parallèlement au Congo Belge, Fraselle pensait en 1950 (12) que la pénétration du parasite se faisait vraisemblablement au niveau du système radiculaire de la plante et précisait, en 1952 (13), que les points d'infection se situaient plutôt dans la région du collet ou sur les racines vivant dans les couches superficielles du sol. Un peu plus tard (32), de recherches effectuées par la Division de Phytopathologie de Yangambi, il résultait que la fusariose du *robusta* se localise dans les parties aériennes de l'arbre et des essais de badigeonnages des plaies et de pulvérisations cupriques étaient entrepris. Enfin en 1953, Fraselle (14) concluait que la pénétration du parasite se fait le plus généralement au niveau du collet et des racines superficielles des caféiers et que les blessures ouvertes dans ces régions doivent jouer un rôle important dans l'infection.

A. Expériences

A la suite de nos premières expériences de 1949-1951 (23, 24), nous avions précisé que l'infection et la pénétration du parasite à l'intérieur des tissus des caféiers se font uniquement à partir d'une blessure, volontaire ou accidentelle, sur les parties aériennes (collet, tronc, branches et rameaux), ou sur les racines superficielles mises à nu et blessées et, en aucun cas, par les parties souterraines. Depuis, les nouvelles expériences suivantes ont été faites :

Contamination par le sol

Expérience I.

Deux cents caféiers *excelsa*, dont cent âgés de deux ans et cent de cinq ans ont été choisis et leurs racines superficielles mises à nu sur un rayon de 30 cm au niveau du collet, en prenant la précaution d'éviter toute blessure. Après arrosage avec deux litres d'eau de pluie par pied, contenant en suspension des conidies et du mycélium prélevés sur cultures du *Fusarium xylarioides* âgées de dix jours, les racines étaient à nouveau recouvertes de terre jusqu'au collet. Les caféiers ont subi ainsi cinq contaminations successives espacées chacune de deux mois.

Les résultats ont été pratiquement négatifs puisque trois caféiers seulement sur deux cents sont morts de trachéomycose au cours de l'expérience.

Expérience II.

Une parcelle d'un hectare de *C. neo-Arnoldiana*, plantée en 1945, fut décimée en quatre ans par la trachéomycose. Après l'extirpation de ces arbres morts, nous plantions, en juillet 1952, dans les mêmes trous, de jeunes caféiers *excelsa* âgés de six mois, d'une lignée A 28 démontrée très sensible à la maladie. Des débris de racines de caféiers morts étaient placés dans le fond des trous au moment de la plantation. Depuis, les caféiers qui sont entrés en production reçoivent chaque année quatre traitements cupro-insecticides et le même nombre de badigeonnages avec une solution cuprique. En outre, les blessures provoquées par l'égourmandage sont désinfectées avec une solution de sulfate de cuivre à 5 % et la surface des plaies couverte de mastic à greffer.

De juillet 1952 à décembre 1955, aucun signe de contamination n'a été observé malgré la présence, dans le sol et au voisinage des racines, de débris de racines contaminées. Les caféiers présentent une végétation particulièrement vigoureuse.

Expérience III.

Deux cents caféiers *excelsa* âgés de quatre ans ont été choisis dans une pépinière abandonnée et divisés en trois lots :

Premier lot : La surface des racines superficielles de cent caféiers, mise à nu et blessée à plusieurs endroits, a été pulvérisée abondamment avec une suspension de conidies et d'ascospores du *Fusarium xylarioides* dans de l'eau de pluie, à raison d'un demi-litre par pied. Les racines étaient

ensuite recouvertes de terre. La contamination a été faite à trois reprises espacées chacune de trois mois.

Deuxième lot : Les racines superficielles de cinquante caféiers, mises à nu sans blessure, ont été pulvérisées à trois reprises comme précédemment, puis recouvertes de terre.

Troisième lot : La surface de la terre sur un rayon de 30 cm autour de chacun des cinquante caféiers restants a été arrosée avec un demi-litre de la même suspension que pour les lots précédents, à trois reprises également.

Pour chaque lot, les résultats suivants ont été obtenus :

Racines dénudées et blessées : 90 % de mortalité.
première contamination : 19 pieds atteints et morts.
deuxième » : 23 » » »
troisième » : 48 » » »

Racines dénudées non blessées : 14 % de mortalité.
première contamination : néant
deuxième » : 5 pieds atteints et morts.
troisième » : 2 » » »

Contamination par la surface du sol : aucune mortalité.

Ces expériences permettent de conclure que la transmission du parasite ne se fait ni par le sol, ni dans le sol et qu'après l'arrachage de pieds morts de trachéomycose, on peut planter à nouveau des caféiers sans danger de contamination, à condition que la surface des racines ne présente aucune blessure.

Contamination par les parties aériennes

Expérience IV.

Nous avons choisi deux cents caféiers *excelsa* dans la même pépinière de quatre ans.

Premier lot : Cent caféiers ne portant aucune blessure apparente sur les parties aériennes ont subi cinq pulvérisations espacées de deux mois avec un mélange de conidies et d'ascospores du parasite en suspension dans de l'eau de pluie. Toute la surface des tiges, branches et rameaux, était couverte de fines gouttelettes contenant les organes de propagation de la maladie.

Les résultats obtenus étaient pratiquement négatifs : cinq pieds sur cent contaminés à cinq reprises, probablement porteurs de petites blessures passées inaperçues et infectées préalablement, furent atteints.

Deuxième lot : Après avoir reçu de nombreuses blessures mettant à nu le bois de leurs tiges, branches et rameaux, les cent caféiers de ce lot ont été pulvérisés avec une suspension identique à la précédente. Avant chaque contamination, de nouvelles blessures étaient ouvertes.

Les résultats obtenus, après chacune des cinq contaminations effectuées, étaient respectivement : 13, 17, 24, 22 et 16 caféiers, atteints et morts, soit 92 % de mortalité.

B. **Observations histologiques**

Les coupes histologiques transversales et longitudinales sur racines, tiges, branches et rameaux, ainsi que sur les pétioles des feuilles des caféiers atteints et morts de trachéomycose (24), ont révélé la présence d'un abondant mycélium hyalin, inter et intracellulaire, qui a envahi non seulement les vaisseaux libéro-ligneux conducteurs de la sève, brute et élaborée, mais aussi les tissus du cylindre central et les couches profondes de l'écorce, parfois même les cellules sclérenchymateuses encore fonctionnelles. Il est également très fréquent dans les tissus de la moelle. Par contre il n'a jamais été observé dans le tissu externe subérifié de l'écorce. Pour que le champignon puisse atteindre les tissus internes, il est donc nécessaire que les cellules vivantes et non subérifiées de l'écorce, ou le cylindre central, soient mis à nu.

C. **Observations dans la nature**

Les nombreux tests et contrôles effectués sur pieds atteints de *C. excelsa* et *C. robusta* ont montré que plus de 80 % de ces caféiers portaient, soit des blessures sur tiges et racines (Fig. 3),

FIG. 3. Tige (A) et branche (B) de *C. excelsa* portant des blessures accidentelles ayant servi de portes d'entrée au parasite. C : Racines superficielles dénudées et blessées d'un *C. neo-Arnoldiana* mort de trachéomycose.

soit des attaques de borers, et en particulier de *Bixadus*, presqu'au niveau du collet. Sur d'autres pieds morts de trachéomycose, nous constations la coexistence du *Fusarium xylarioides* et d'un pourridié tel que : *Armillariella mellea*, *Leptoporus* (*Fomes*) *lignosus*, *Hymenochaete noxia* ou *Ganoderma pseudoferreum* qui, provoquant des crevasses et des altérations de l'écorce sur les racines superficielles et au niveau du collet, ouvrent une voie d'entrée au *Fusarium*. Celui-ci évoluant rapidement provoque la mort du sujet avant que le pourridié qui progresse plus lentement puisse l'achever. Il est possible également que d'autres champignons corticoles et ramicoles facilitent la pénétration du parasite par les nécroses des tissus atteints.

Les relevés de 1953 effectués à ce propos dans une ancienne pépinière d'*excelsa*, âgés de cinq ans ont permis de trouver sur cinq cents caféiers morts de trachéomycose et arrachés :

Cent cinquante-deux pieds portant à la base du tronc des galeries de *Bixadus*.

Deux cent soixante-sept pieds portant des blessures sur tiges et racines, faites probablement au moment des sarclages et nettoyages.

Vingt-deux pieds portant des rhizomorphes de pourridiés.

Cinquante-neuf pieds ne présentant pas de blessure apparente sur racines et tiges, ni d'attaque de borers et de pourridiés.

D. Conclusions

La synthèse de l'ensemble des résultats de toutes les séries d'expériences et observations confirme que :

1° Les hyphes mycéliennes du champignon issues de la germination des conidies et ascospores sont incapables de pénétrer et de franchir les couches superficielles du tissu cortical. D'où la nécessité d'une blessure quelconque qui rompt la continuité de la zone protectrice et met le mycélium en contact avec les tissus internes non subérifiés de la plante (cambium).

2° L'infection et la pénétration du parasite à l'intérieur des tissus de l'hôte se font à partir d'une blessure des parties aériennes (collet, tige, branches et rameaux), ou par les racines superficielles en partie découvertes et blessées, et en aucun cas par les parties souterraines des caféiers (racines profondes et non blessées).

Il en ressort que les blessures volontaires causées par la taille et le recépage des caféiers, l'égourmandage et, le cas échéant, l'écimage, ainsi que les blessures accidentelles provoquées par les récolteurs et par les instruments aratoires sur les racines superficielles, le collet et la base de la tige au moment des sarclages et nettoyages, par les galeries creusées par les insectes xylophages (borers, scolytes, zeuzères, etc...), peut-être par les insectes piqueurs (punaises), et enfin les attaques de nombreux champignons corticoles et ramicoles ouvrent autant de portes d'entrée au parasite.

DURÉE D'INCUBATION DE LA MALADIE

Nous savons déjà (24) que le temps écoulé, depuis l'infection du caféier jusqu'à l'apparition des premiers symptômes, varie suivant l'espèce de caféier atteinte et son âge. Il est en rapport direct avec le volume des tissus à envahir, et, par conséquent, le nombre de vaisseaux libéro-ligneux à obstruer et la sensibilité du caféier. Il est lié également à la virulence de la race physiologique du parasite ainsi que l'a démontré l'étude précédemment citée (25). En général, la durée d'incubation de la maladie est plus courte chez les *excelsa* et les *neo-Arnoldiana* que chez les *robusta* sur lesquels, de nombreux cas de guérison ont été observés lorsque la maladie n'était pas généralisée : les caféiers atteints ont retrouvé leur végétation normale après un recépage à 25 cm au-dessus du niveau du sol.

D'après nos essais de contaminations artificielles effectués de 1949 à 1953 sur douze mille caféiers *excelsa* âgés de deux mois à dix ans, la durée d'incubation varie comme suit :

six à dix jours	pour des pieds de	deux à trois mois	(	100	caféiers contaminés).
un à trois mois	» »	six à vingt-quatre mois	(10.400	»	»).
deux à quatre mois	» »	trois à cinq ans	(1.200	»	»).
quatre à six mois	» »	sept à dix ans	(300	»	»).

La durée d'incubation est généralement supérieure à huit mois et dépasse souvent un an pour les caféiers de plus de dix ans, surtout lorsqu'ils sont très développés et que l'infection se produit à la base du tronc.

MOYENS DE LUTTE

I. Etude expérimentale

A. Traitements préventifs

Des essais *in vitro* ayant démontré que le sulfate de cuivre empêchait la germination des conidies du *Fusarium xylarioides* et des ascospores de sa forme parfaite, placées dans les conditions optima de température et d'humidité, le but des expériences suivantes était de chercher à démontrer dans la pratique l'efficacité préventive des traitements cupriques, en effectuant différentes combinaisons d'essais.

Expériences

Série I

Nous avons choisi quatre lignées de *C. excelsa* très sensibles à la trachéomycose, A 24, A 28, A 29 et B 28. Chacune était représentée par dix caféiers âgés de cinq ans en 1949. Pour chacune des combinaisons suivantes, les arbres étaient choisis au hasard dans chaque lignée.

a) Combinaison I : Onze arbres ont subi un traitement à la bouillie bordelaise, suivi du badigeonnage des troncs et des branches, puis, trente-six heures après, la contamination par *F. xylarioides*.

b) Combinaison II : Douze arbres ont reçu, après écimage de tous les rameaux de l'année, de nombreuses blessures sur les troncs et les branches par enlèvement de fragments d'écorce et mise à nu du cylindre central. Aussitôt après, ils étaient contaminés et trente-six heures plus tard ils étaient traités à la bouillie bordelaise et les troncs et branches badigeonnés.

c) Combinaison III : Les troncs et les branches des huit arbres choisis étaient tout d'abord blessés et les plaies désinfectées avec une solution de sulfate de cuivre à 5 %. Le traitement à la bouillie bordelaise et le badigeonnage des troncs et des branches suivaient immédiatement après. La contamination avait lieu trente-six heures après le traitement.

d) Combinaison IV : Neuf arbres ont été contaminés aussitôt après avoir reçu de nombreuses blessures sur troncs et branches. Ils n'ont subi ni traitement, ni badigeonnage.

Les essais ont été répétés trois fois au cours de l'année 1949 (janvier, juin, septembre). Dans chaque cas, la contamination était faite par pulvérisation, à l'aide d'un pulvérisateur à main, d'un litre par arbre de suspension aqueuse de conidies de *F. xylarioides* prélevées de cinq tubes de cultures, âgées de huit-dix jours et mélangées d'ascospores obtenues par écrasement des périthèces. La surface des feuilles, rameaux, branches et troncs était couverte de fines gouttelettes contenant les spores.

La formule de la bouillie bordelaise employée pour les pulvérisations était :

Sulfate de cuivre cristallisé	1 kg
Chaux vive	q. s. pour neutraliser
Caséine (adhésif)	0,1 kg
Mouillant	60 cm³
Eau de pluie	100 l

Les badigeonnages étaient effectués avec la solution suivante :

Sulfate de cuivre	2,5 kg
Sulfate ferreux	2,5 kg
Chaux éteinte	5 kg
Arséniate de soude	1 kg
Sel marin	0,5 kg
Eau de pluie	100 l

Résultats.

Le contrôle des caféiers a eu lieu deux fois par semaine :

a) Combinaison I (traitement et badigeonnage + contamination) : aucun signe d'infection ne s'est manifesté de 1949 à fin 1953. Depuis 1954, la végétation de ces arbres, qui sont traités et badigeonnés trois fois par an sans être contaminés, continue d'être vigoureuse.

b) Combinaison II (blessures + contamination + traitement et badigeonnage) : tous les caféiers sont morts, soit après la première contamination, soit après la troisième.

c) Combinaison III (blessures et désinfection des plaies + traitement et badigeonnage + contamination) : aucune mortalité sur les caféiers ainsi traités jusqu'à fin 1953, depuis 1954 ils sont traités et badigeonnés trois fois par an sans être contaminés.

d) Combinaison IV (blessures + contamination) : tous les caféiers sont morts, soit après la deuxième contamination, soit après la troisième.

Série II

Une deuxième série d'expériences, empruntant les quatre mêmes combinaisons, a été entreprise en 1950 dans une ancienne pépinière sur quatre planches de caféiers *excelsa* de la lignée A 28, âgés de cinq ans. Chaque planche, comprenant cent vingt caféiers disposés en quatre lignes, faisait l'objet d'une combinaison.

Le mode opératoire était exactement identique à celui de la précédente série, sauf que la contamination de chaque planche était faite avec 3 litres de suspension aqueuse de conidies et d'ascospores du *Fusarium* prélevées de vingt tubes de cultures âgées de dix jours et que la bouillie bourguignonne était employée pour les pulvérisations :

Sulfate de cuivre	1 kg
Soude Solvay (ou carbonate de sodium)	q. s. pour neutraliser
Caséine	0,1 kg
Mouillant	60 cm³
Eau de pluie	100 l

Résultats.

Le contrôle des caféiers a eu lieu quatre fois par mois, de janvier 1950 à mai 1951 :

a) Combinaison I (traitement et badigeonnage + contamination) : 2,5 % de mortalité.

b) Combinaison II (blessures + contamination et traitement + badigeonnage) : 77,5 % de mortalité.

c) Combinaison III (blessures et désinfection des plaies + traitement et badigeonnage +. contamination) : 6,6 % de mortalité.

d) Combinaison IV (blessures + contamination) : 90,8 % de mortalité.

Série III

Les mêmes expériences ont été faites sur une ligne de *C. neo-Arnoldiana* composée de quinze caféiers plantés en 1942 qui, en 1949, ne présentaient aucune manifestation extérieure de trachéomycose. Pour chaque combinaison, identique à celles des précédentes séries, les arbres étaient choisis au hasard et les essais répétés trois fois (septembre, janvier, juin). Le mode de contamination ainsi que les formules de bouillie pulvérisée et de solution de badigeonnage étaient les mêmes que pour la Série I.

Résultats.

Le contrôle des caféiers a eu lieu deux fois par semaine :

a) Combinaison I : les quatre arbres ainsi traités ne présentaient aucun symptôme de trachéomycose jusqu'en 1953. Depuis 1954, ils reçoivent annuellement trois traitements complétés de trois badigeonnages et leur végétation est normale.

b) Combinaison II : les quatre caféiers ainsi traités sont successivement morts de trachéomycose jusqu'à fin 1950.

c) Combinaison III : aucun des trois caféiers ainsi traités n'a été atteint de trachéomycose jusqu'à fin 1953. Depuis 1954, ils sont pulvérisés et badigeonnés trois fois par an sans être contaminés.

d) Combinaison IV : les quatre caféiers de cette combinaison, qui ont été blessés et contaminés, mais non traités, sont morts de trachéomycose.

Conclusions

L'analyse des résultats de ces trois séries d'expériences permet de dégager l'efficacité des traitements cupriques par pulvérisations de toutes les parties aériennes des caféiers, complétés de badigeonnages des troncs et des grosses branches et de la désinfection immédiate de toutes les blessures pour les protéger contre la trachéomycose. Les blessures, non désinfectées ou désinfectées tardivement, favorisent la contamination des caféiers et les traitements cupriques ainsi que les badigeonnages effectués après l'infection n'empêchent pas l'évolution de la maladie et la mort des caféiers.

Application

De 1949 à 1955, les traitements suivants ont été appliqués à la Station Centrale de Boukoko :

Parcelle I. Arboretum

De la Série I des expériences précédentes, nous avons vu qu'il restait, fin 1949, dix-neuf *excelsa* des lignées A 24, A 28, A 29 et B 28 qui avaient déjà subi trois traitements à la bouillie bordelaise, trois badigeonnages et avaient été ensuite, chaque fois, contaminés artificiellement avec *F. xylarioides*. Les vingt-et-un arbres morts furent remplacés par des pieds âgés de deux ans, des mêmes lignées. Ainsi, au début de 1950, la parcelle reconstituée comprenait dix-neuf caféiers âgés de six ans et vint-et-un de deux ans. Ces quarante caféiers (dix par lignée comme précédemment), ont subi, outre la désinfection des blessures au fur et à mesure de leur formation avec une solution de sulfate de cuivre à 5 % :

a) En 1950 (janvier, juin, septembre) : trois traitements à la bouillie bordelaise et trois badigeonnages des troncs et grosses branches, suivis de contaminations artificielles trente-six heures après chaque traitement.

b) En 1951 : trois traitements à la bouillie bourguignonne et trois badigeonnages, suivis de contaminations artificielles dans les mêmes conditions et aux mêmes époques qu'en 1950.

c) En 1952 : trois traitements et trois badigeonnages, suivis de contaminations artificielles, aux mêmes époques, mais les bouillies cupriques étaient remplacées par des bouillies cupro-insecticides afin de lutter en même temps contre le scolyte du grain de café avec l'Hexafix et contre les termites avec le Sanoplex E8.

Formule de la bouillie pulvérisée :

Rhodiacuivre	1 kg
Hexafix (H. C. H.)	0,4 kg
Caséine	0,1 kg
Etaldyne	60 cm³
Eau	100 l

Formule de la solution de badigeonnage :

Sulfate de cuivre	2,5 kg
Sulfate ferreux	2,5 kg
Carbonate de sodium	2,5 kg.
Hexafix	0,8 kg
Sanoplex E8	1 l
Eau	100 l

d) En 1953 : trois traitements et trois badigeonnages suivis, aux mêmes dates, de contaminations artificielles. La formule de 1952 était employée pour les badigeonnages, mais le Viricuivre (1 kg par hl) remplaçait le Rhodiacuivre dans la formule précédente de pulvérisation.

e) En 1954 et 1955 : ces caféiers ont subi le même nombre de traitements et badigeonnages annuels (mêmes formules qu'en 1953), mais pas de contaminations artificielles.

Résultats.

Jusqu'en décembre 1955, aucun signe d'infection n'a été observé sur les arbres de cette parcelle. Depuis l'emploi de bouillies cupro-insecticides, les attaques de scolytes et de termites sont nulles.

Parcelle *C. Neo-Arnoldiana*

De la Série III des expériences précédentes, nous avons vu qu'il restait, fin 1950, sept caféiers *neo-Arnoldiana* qui avaient déjà subi trois traitements à la bouillie bordelaise, trois badigeonnages et avaient été ensuite, chaque fois, contaminés artificiellement avec *F. xylarioides*. Les huit caféiers morts furent remplacés par des pieds âgés de deux ans. Ainsi, fin 1950, la parcelle reconstituée comprenait sept *neo-Arnoldiana* âgés de neuf ans et huit de deux ans.

Depuis 1950, pour une partie de cette parcelle, et depuis 1951, pour l'autre, outre la désinfection immédiate des blessures, ces caféiers ont subi exactement le même nombre de traitements et de badigeonnages (de 1950-51 à 1955) et de contaminations artificielles (de 1950-51 à fin 1953) que les quarante *excelsa* de la parcelle I de l'Arboretum, aux mêmes époques et avec les mêmes formules de bouillies énoncées précédemment année par année.

Résultats.

En décembre 1955, ces arbres ne présentent aucun symptôme de trachéomycose, ni attaque de scolytes et de termites.

Parcelle A 28 (Fig. 4)

Une parcelle de 1 ha de *C. excelsa* de la lignée A 28, reconnue très sensible à la trachéomycose, comprenant cinq cent vingt-cinq caféiers plantés en juillet 1952 à l'âge de six mois, a subi depuis 1952 les traitements préventifs suivants : désinfection systématique des plaies volontaires (égourmandage) ou accidentelles immédiatement après leur formation avec une solution de sulfate de cuivre à 5 % et application d'une légère couche de mastic à greffer ; pulvérisations cupro-insecticides des parties aériennes et badigeonnages des troncs et des grosses branches, ces deux dernières opérations ayant été effectuées deux fois en 1952 (juillet, octobre), quatre fois en 1953, 1954 et 1955 (mars, juin, septembre, décembre).

Les formules de bouillies utilisées sont les suivantes :

Pulvérisations :

Viricuivre	1 kg
Hexafix	0,4 kg
Caséine	0,1 kg
Etaldyne	60 cm³
Eau	100 l

Badigeonnages :

Sulfate de cuivre	2,5 kg
Sulfate ferreux	2,5 kg
Carbonate de sodium	2,5 kg
Sanoplex E 8	1 l
Eau	100 l

FIG. 4. A et B : Parcelle de *C. excelsa* A 28 traités préventivement contre la trachéomycose depuis 1952. C : Equipe effectuant une pulvérisation cupro-insecticide.

Les quantités de bouillie pulvérisée par traitement étaient de 100 litres en 1952 avec des pulvérisateurs à dos à pression préalable, de 150 litres en 1953 et 200 litres en 1954 et 1955 avec un Ondiver 50. Les quantités de solution employées pour chaque badigeonnage étaient respectivement de 15 et 25 litres en 1952 et 1953, et de 30 litres en 1954 et 1955.

Résultats.

Aucune mortalité due à la trachéomycose, ni attaque de maladies foliicoles ou ramicoles et de termites n'ont été relevées dans cette parcelle jusqu'en décembre 1955. La végétation des arbres, entrés en production en 1954, est vigoureuse. Seuls trois arbres sont morts de pourridié dû à *Leptoporus* (*Fomes*) *lignosus* et les dégâts causés par les scolytes sont insignifiants.

B. Traitements curatifs

Des essais de traitements internes des caféiers atteints de trachéomycose ont été effectués avec une spécialité à 98 % de sulfate d'oxyquinoléine (Cryptonol) et du sulfate de cuivre cristallisé (SO_4Cu, 5 H_2O).

Sulfate d'oxyquinoléine

Vendue sous forme de comprimés de 50 cg, la spécialité employée serait un produit de synthèse doué d'un grand pouvoir anticryptogamique, même employée à de très faibles concentrations (1/20.000 à 1/50.000). Préconisé pour la première fois par Fron pour lutter contre la fusariose des œillets et la maladie de l'orme, le sulfate d'orthoxyquinoléine est recommandé pour combattre un grand nombre de champignons parasites des cultures maraîchères et arboricoles.

Essais « in vitro ».

Ces essais effectués en 1952-1953 ont démontré que :

Employé aux concentrations 1/500, 1/1000 et 1/1500, le produit empêche la germination des micro et macroconidies du *F. xylarioides* placées en goutte pendante dans des cellules de Van Tieghem à 28°C, de même que celle des ascospores. L'action des solutions à 1/2000 et au delà est nulle.

Le produit inhibe la croissance des colonies du *Fusarium* dans le milieu potato dextrose agar (pH 6,5) imbibé de solutions variant de 1/100 à 1/1000, en boites de Pétri. Les concentrations inférieures à 1/1000 n'ont pas ce pouvoir. La durée de l'action inhibitrice ne dépasse pas quatre jours. Au delà, les hyphes mycéliennes des colonies prolifèrent, traversent et dépassent la zone imbibée de produit.

Traitements des caféiers.

L'expérience a été faite sur cinq planches comprenant deux cent quarante-sept caféiers *excelsa* d'une ancienne pépinière de sept ans de la lignée A 28 reconnue très sensible à la trachéomycose. Chaque planche comportait quatre lignes dont l'une servait de témoin. Les quinze lignes de caféiers inoculés l'ont été suivant la méthode décrite plus loin, avec la race physiologique A du *Fusarium xylarioides.*

Huit jours plus tard, les arbres contaminés de chaque planche étaient traités de l'une des façons suivantes :

a) Soit ouverture de trous, en principe quatre, espacés chacun de 20 cm le long de la tige et disposés en hélice, à l'aide de la vrille qu'emploient les forestiers pour le contrôle des couches internes du bois des troncs. Ces trous, légèrement obliques par rapport à l'axe de la tige, avaient un diamètre d'environ 0,5 cm et, en profondeur, atteignaient la moelle. Après l'introduction de la dose de sulfate d'oxyquinoléine, l'orifice était obstrué avec du mastic à greffer.

b) Soit arrosage du sol autour des racines avec une solution dans l'eau d'une quantité donnée du produit.

c) Soit enfin introduction dans la tige de la moitié de la dose et arrosage du sol avec l'autre moitié en solution.

Le mode opératoire était identique pour tous les arbres traités d'une même planche :

Planche I : Cinquante-huit arbres, dont quarante-quatre ont été traités avec deux comprimés, un demi par trou, soit 100 cg de produit par arbre.

Planche II : Cinquante-trois arbres, dont quarante-et-un ont été traités avec quatre comprimés, un par trou, soit 200 cg par arbre. Les arbres témoins de cette planche n'ont pas été contaminés contrairement à ceux des quatre autres planches.

Planche III : Trente-cinq arbres, dont trente ont été traités avec deux comprimés, un demi par trou, et deux comprimés dissous dans 2 litres d'eau dont on a arrosé le sol autour des racines, soit au total 200 cg par arbre.

Planche IV : Quarante-cinq arbres, dont trente-cinq ont été traités avec six comprimés introduits dans six trous, un par trou, soit 300 cg par arbre.

Planche V : Cinquante-six arbres, dont quarante ont été traités avec six comprimés en solution dans 6 litres d'eau dont le sol entourant les racines fut arrosé, soit 300 cg par arbre.

Le contrôle des cinq planches, effectué tous les cinq jours, a donné les résultats suivants :

Planche	Nombre d'arbres		Dose par arbre (cg)	Résultats des traitements				Mortalité	
				Quarante à quatre-vingts jours après le traitement		Quatre-vingt-dix à cent trente jours après le traitement			
	Traités	Témoins		Pieds morts et malades	Pieds sains	Pieds morts	Pieds sains	Arbres traités	Témoins
I	44	14	100	44	0	44	0	100 %	100 %
II	41	12	200	41	0	41	0	100 %	0
III	30	5	200	29	1	29	1	97 %	100 %
IV	35	10	300	30	5	30	5	85 %	100 %
V	40	16	300	39	1	39	1	97 %	100 %

Les résultats des traitements curatifs contre la trachéomycose des *Coffea excelsa* (A 28) avec une spécialité à 98 % de sulfate d'oxyquinoléine employée à des doses variant de 100 à 300 cg par arbre âgé de sept ans, contaminé artificiellement, soit par l'introduction de comprimés dans le tronc, soit par arrosage du sol entourant les racines, sont négatifs dans les conditions de l'expérience. Le très faible pourcentage de guérisons ne doit pas être pris en considération du fait qu'il est peut-être simplement dû à un échec de la contamination des arbres traités.

La disparition de son action inhibitrice sur la croissance et la prolifération du mycélium du *F. xylarioides*, observée le quatrième jour après son action, « *in vitro* », laisse penser que ce produit de synthèse subit, sous les climats tropicaux, des altérations qui le rendent inactif à l'égard du champignon. De nouveaux essais devront être entrepris sous d'autres formes, pour vérifier sa non-efficacité dans la lutte contre cette mycose.

Sulfate de cuivre

Les essais de traitements curatifs contre la trachéomycose effectués en 1952 sur des *excelsa* âgés de sept ans présentant les premiers symptômes de la maladie (début de flétrissement des feuilles des jeunes pousses du sommet), par injection d'une solution cuprique (SO_4Cu, 5 H_2O) à 1/200 dans les tissus de la tige, nous ont permis d'obtenir la guérison de douze caféiers sur le même nombre ainsi traités.

Nous avons poursuivi ces essais de guérison en 1953 sur trente-deux *excelsa* âgés de huit ans et traités dès les premières manifestations de la maladie de la façon suivante :

Toutes les parties aériennes mortes ou flétries ont été supprimées et les plaies désinfectées avec une solution de sulfate de cuivre à 5 % enduites ensuite de mastic à greffer. Dans chaque tronc, dix trous étaient alors ouverts à l'aide de la vrille. Légèrement obliques, espacés de 10 à 20 cm, ils étaient disposés en hélice autour de la tige et atteignaient la moelle en profondeur. Une solution de sulfate de cuivre à 1/200 dans l'eau distillée et stérile était injectée à l'aide d'une seringue à raison de 10 cm³ par trou, soit 100 cm³ par arbre. Chaque orifice était obstrué avec du mastic à greffer. L'opération était répétée cinq fois à dix jours d'intervalle. Chaque arbre a donc reçu en tout 500 cm³ de la solution, soit 2,5 g de sulfate de cuivre. L'absorption de la solution par les tissus des caféiers était très lente.

Le contrôle des pieds ainsi traités a permis de faire les observations suivantes :

Six à dix jours après l'injection de la solution cuprique, les feuilles de tous les arbres traités se desséchaient brutalement en prenant une coloration brun cuivré et se détachaient facilement.

Vingt-sept à trente jours après le traitement, chute massive des feuilles. Les rameaux défeuillés conservaient leur coloration verte.

Quarante-cinq jours après, bourgeonnement de toutes les extrémités des rameaux de l'année de vingt-sept pieds sur trente-deux traités. Les jeunes rameaux des cinq restants se desséchaient.

Soixante et soixante-cinq jours après, apparition de jeunes pousses garnies de jeunes feuilles sur l'ensemble des vingt-sept pieds. Mort totale des cinq autres. Trois mois et demi après, végétation vigoureuse sur l'ensemble des vingt-sept pieds, les jeunes pousses atteignaient 15-25 cm de longueur. Depuis, la végétation des arbres traités est vigoureuse et le feuillage vert foncé.

Ainsi sur quarante-quatre caféiers traités en 1952 et 1953, âgés de sept et huit ans, nous avons obtenu trente-neuf guérisons, soit une réussite de 88 %.

II. Mesures prophylactiques et lutte préventive

L'étude approfondie morphologique, biologique et expérimentale du parasite nous a permis de tirer des conclusions pratiques concernant les moyens de lutte préventive à appliquer contre cette redoutable épiphytie des caféiers. Ils se résument ainsi :

1°) La propagation de la maladie et la contamination des caféiers se faisant, d'une part, par les micro et macroconidies de la forme fusarienne abondantes à la surface des rameaux, branches et troncs des caféiers peu avant ou aussitôt après leur mort, surtout pendant les périodes humides, et d'autre part, par les ascospores des périthèces de la forme ascosporée abondants dans les fissures de l'écorce du collet, du tronc, des branches et des rameaux aussitôt après la mort des caféiers et qui continuent à se former longtemps après durant un à deux ans :

L'arrachage et l'incinération sur place de tout caféier mort ou mourant de trachéomycose doivent être effectués scrupuleusement en vue de détruire toutes les spores qui constituent une source inépuisable de propagation de la maladie.

Fréquemment, la maladie débute sur une branche qui meurt avant que l'affection ne soit généralisée. Conidies et périthèces se forment sur la branche morte tandis que le reste de l'arbre est encore bien vivant. Aussi, étant donné que tout caféier atteint est perdu, **l'arrachage doit avoir lieu dès la manifestation des premiers symptômes,** ce qui implique la nécessité impérieuse d'une équipe de surveillance et de dépistage parcourant méthodiquement toute la plantation.

Au cas où la maladie n'est décelée qu'au stade final (apoplexie généralisée), l'arrachage doit être aussi immédiat, avant la formation des conidies et des ascospores du champignon.

Comme tous les *Fusarium*, *F. xylarioides* présente une grande capacité d'adaptation aussi bien à la vie saprophytique que parasitaire. En passant de l'une à l'autre, il conserve toujours la même virulence vis-à-vis de la matière vivante. Ce champignon est d'autant plus dangereux et difficile à combattre qu'il peut avoir une vie saprophytique très longue,au cours de laquelle il vit au détriment de la matière morte et produit des périthèces et des ascospores. D'après nos essais, le mycélium peut également conserver sa vitalité pendant au moins trois ans à l'intérieur des tissus des caféiers morts, aussi :

Tous les débris, feuilles mortes, brindilles, copeaux de tiges et de branches, racines, etc.., tombés au moment de l'arrachage des caféiers atteints ou morts et qui hébergent le mycélium et les périthèces du champignon, doivent être soigneusement récoltés et brûlés sur place. La surface du sol entourant l'arbre extirpé doit être aspergée d'une solution de sulfate de cuivre à 2,5 %.

Cette destruction systématique de tout foyer de contamination doit être obligatoirement et scrupuleusement effectuée par tous les planteurs européens et africains.

Le parasite n'a été observé jusqu'ici que sur les caféiers cultivés et sur les *excelsa* sauvages. Mais il est possible que, non spécifique de cette Rubiacée, il existe également sur d'autres végétaux de la même famille ou encore qu'il soit hébergé par d'autres plantes spontanées ligneuses appartenant à des familles différentes et qui constitueraient d'inépuisables foyers de contamination. Des recherches doivent être entreprises dans ce sens pour éclaircir un point obscur et d'importance pratique primordiale.

2°) La pénétration du parasite à l'intérieur des tissus des caféiers se faisant par une blessure ou un traumatisme quelconque, volontaire ou accidentel, des racines superficielles découvertes et des parties aériennes, qui rompt la continuité de l'assise protectrice subérifiée de l'écorce :

La désinfection des plaies suivie de leur protection avec un mélange anticryptogamique est

une mesure préventive indispensable. Le sulfate de cuivre s'étant montré néfaste à la germination des conidies et des ascospores, nous l'employons efficacement à Boukoko, depuis 1949, en solution à 5 %. Les plaies sont ensuite enduites d'une légère couche de mastic à greffer.

3°) Les insectes xylophages, borers, xylébores, zeuzères, termites, ainsi que les insectes piqueurs (punaises) pouvant ouvrir par leurs dégâts une voie d'entrée au parasite :

Le badigeonnage des troncs et des branches avec un mélange cupro-insecticide approprié, appliqué trois ou quatre fois par an, préserve efficacement les caféiers contre les attaques de ces insectes et par conséquent, contre l'infection par la trachéomycose. Les formules appliquées à Boukoko depuis 1949 nous ont toujours donné d'excellents résultats.

4°) Les nombreuses observations dans la nature ayant permis de constater fréquemment la coexistence de la trachéomycose et de pourridiés, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut :

Le contrôle périodique des caféiers en vue de déceler la présence éventuelle de pourridiés dans le système radiculaire est indispensable ainsi que l'application des traitements appropriés pour détruire les rhizomorphes.

5°) L'infection des caféiers pouvant se produire sur toutes les parties aériennes et racines dénudées à la suite de blessures, traumatismes et même piqûres d'insectes imperceptibles à l'œil nu ou difficiles à déceler :

La protection de tous les organes aériens par des traitements préventifs cupro-insecticides doit être obligatoirement effectuée par tous les planteurs, au moins trois fois par an. Les traitements permettront parallèlement de préserver les caféiers contre d'autres maladies, foliicoles et ramicoles (rouille, anthracnose, etc...) dont un certain nombre peut, par les nécroses localisées sur les rameaux, faciliter indirectement la pénétration du *Fusarium xylarioides*. Ils les protégeront également contre les dégâts des insectes piqueurs et phyllophages et contre le scolyte du grain de café.

Les traitements préventifs appliqués expérimentalement depuis 1949 à Boukoko, dans les parcelles de *C. excelsa* et *C. neo-Arnoldiana* reconnus très sensibles, ont donné d'excellents résultats, aucune mortalité n'ayant été relevée jusqu'ici.

6°) Enfin la recherche de lignées trachéomycorésistantes ainsi que la création d'hybrides sont les méthodes les plus rationnelles et les plus économiques pour éviter cette grave épiphytie.

Au Congo Belge et en Côte d'Ivoire, la destruction systématique de tout foyer de contamination est aussi impérieusement recommandée. Fraselle (13) recommande le traitement des arbres atteints, dès l'apparition des premiers symptômes et avant leur extirpation, avec une solution à 10% de carbolineum ou de bouillie bordelaise forte ; le sol remué et les parties souterraines mises à jour sont également traités. Après avoir reconnu le rôle des blessures dans l'infection, le même auteur préconise en 1953 (14) la protection de la surface des plaies avec des produits cicatrisants (goudron végétal ou produits antichancres). L'application de pulvérisations avec une émulsion à 10% de carbolineum sur les pieds atteints est également conseillée par Meiffren (20) en Côte d'Ivoire, ainsi que le badigeonnage préventif des troncs et des grosses branches des caféiers environnants avec la même émulsion.

La désinfection du sol avec des produits mycocides destinés à annihiler ou à prévenir les pullulations de *Fusarium*, précédant l'épiphytie ou lui succédant, est retenue par certains auteurs. A Porto-Rico, Alvarez Garcia (3) obtenait des résultats intéressants avec la chaux et le soufre (500 g par m^2), le sulfate de cuivre (20 g par m^2) et le chloronaphtoleum (450 cm^3 par m^2). Delassus (6) conseille de désinfecter le sol sur un rayon de 10 m autour des pieds atteints et Meiffren (l.c.), de traiter le sol après extirpation. Pour Jacques-Félix (19), la désinfection du sol s'impose en cas de replantation après l'arrachage des caféiers atteints, de même que la désinfection du système radiculaire des jeunes plants au moment de leur mise en place par trempage dans une solution cuprique ou une solution de quinoléine. La désinfection du sol ne trouve, à notre avis, aucune raison d'application puisque les essais expérimentaux effectués à Boukoko ont montré que l'infection ne se produit en aucun cas par le système radiculaire non dénudé ni blessé. En effet, l'emploi de produits désinfectants tels que le formol, les solutions cupriques, les produits organo-mercuriques, etc..., étant une opération difficile à réaliser et onéreuse par suite des grandes quantités de solution nécessaire, n'est justifiable que dans le cas d'une efficacité indiscutable. Seule, la désinfection de la surface du sol, avec une solution anticryptogamique (solution cuprique concentrée), aussitôt après l'extirpation des caféiers morts, peut être justifiée afin de détruire les spores dispersées par cette opération.

Le greffage d'un caféier de bonne qualité mais sensible à la trachéomycose par un type résistant en employant celui-ci comme sujet et le premier comme greffon, préconisé par Delassus (6, 7, 8),

Jacques-Félix (l.c.) et Meiffren (l.c.), pouvait trouver une application pratique et efficace si la contamination se produisait uniquement par le système radiculaire. Mais, étant donné le mode d'infection des caféiers, ce procédé ne peut pas les protéger contre la maladie.

III. Lutte curative

Le *Fusarium xylarioides* étant un parasite interne, il est difficile de l'atteindre directement. Sa présence n'est décelable que lors de la manifestation des premiers symptômes ou par des contrôles microscopiques. La lutte curative aurait pour but la destruction du champignon ayant envahi les vaisseaux libéro-ligneux et les tissus de soutien des caféiers présentant les premiers signes de flétrissement — ou avant l'apparition de ceux-ci sur des caféiers contaminés artificiellement — soit par introduction directe de produits mycocides tolérés par la plante, soit par arrosage du sol entourant les racines avec des solutions de ces mêmes produits susceptibles d'être absorbées par le système radiculaire.

En 1942, Esteve (9), qui proposait comme moyen de lutte préventive l'introduction dans le tronc de sulfate de cuivre à raison de 10 grammes par caféier, obtenait assez souvent aussi, par ce procédé, la guérison de caféiers atteints. Les essais faits en Côte d'Ivoire par Delassus avec le sulfate neutre d'orthoxyquinoléine n'ont pas donné de bons résultats. Nous avons vu que les expériences de lutte curative effectuées à Boukoko avec une spécialité à 98 % de sulfate d'oxyquinoléine étaient également négatives. Par contre, nous avons obtenu des guérisons de caféiers présentant les premiers symptômes de trachéomycose par injection dans leur tronc d'une solution de sulfate de cuivre cristallisé. Ce procédé ne peut être efficace que s'il est appliqué au tout début de l'attaque, correspondant à l'obstruction d'un petit nombre de vaisseaux conducteurs de la sève par les hyphes mycéliens et à un envahissement partiel des tissus de la plante. Ce stade passé, le traitement n'a aucune action du fait que, les vaisseaux étant en grande partie obstrués, les cellules des tissus envahis subissent sous l'action du parasite des altérations profondes, qui affectent surtout les propriétés du cytoplasme et la semi-perméabilité des membranes, détruisant plus ou moins le pouvoir de rétention de la matière vivante pour l'eau.

Ce moyen de lutte curative contre la trachéomycose ne paraît malheureusement pas réalisable dans la pratique parce qu'il est anti-économique, difficile à exécuter et que le moment opportun de son application est difficile à déterminer.

IV. Recherche de lignées de *Coffea excelsa* trachéomycorésistantes

La disparition foudroyante en quelques années de plus de trois millions de caféiers *excelsa* dévoile la sensibilité de cette espèce à l'égard du *F. xylarioides*. Cette réceptivité a été en outre confirmée par les résultats positifs obtenus au cours de ces dernières années sur plusieurs milliers de caféiers contaminés artificiellement. Ces faits et la disparition progressive causée par la maladie de caféiers âgés de quinze à vingt-cinq ans, qui avaient été épargnés lors de la grande poussée épidémique de 1933-1942, laissaient supposer que la possibilité de déceler des lignées ou individus résistants à la maladie au sein de l'espèce *excelsa* était très faible.

Cependant, au cours de plusieurs prospections effectuées dans la zone d'habitat naturel, nous avons pu constater que cette espèce renferme un grand nombre de formes bien distinctes par le port général des arbres, les dimensions et la forme des feuilles et des fruits ainsi que leur époque de maturité (décembre-mars). C'est sur l'hétérogénéité de ce matériel végétal qu'a porté notre espoir de déceler des lignées ou individus résistants. Rappelons succinctement les grands avantages d'ordre cultural et économique qu'offre la culture de *C. excelsa* en Oubangui :

1) Culture possible dans les régions à faible pluviométrie et à saison sèche prolongée grâce à la grande résistance à la sécheresse que lui confère son système radiculaire très développé et profond. L'aire de sa culture peut donc s'étendre dans toutes les régions de savane arborée de la zone soudanaise entre les 4° et 9° de latitude nord. Au cours de nos prospections de 1950 et 1955, nous avons pu fixer approximativement sa zone de répartition naturelle qui serait délimitée par une ligne reliant Fort-Sibut, Fort-Crampel, N'Délé, Bakala, Ippy, Bria, Yalinga, Djemah, Ouando, Obo, Zémio, Rafaï, Bangassou. Dans toutes les galeries forestières situées près des rivières Bokou, Kerré, Ouarra, Chinko, Mbari, Kotto, Ouaka et des affluents du Bas-Chari, c'est-à-dire dans toute la zone comprise entre la frontière du Soudan et Fort-Sibut-Fort-Crampel, l'*excelsa* est représenté. C'est dans ces galeries forestières xérophiles que les Africains récoltent chaque année plus de 100 tonnes de café marchand.

2) Floraison et nouaison non subordonnées à la pluviométrie et à l'hygrométrie du milieu, impliquant une production plus stable que celle du *robusta* qui nécessite un climat forestier, une répartition plus régulière des pluies et pour lequel une sécheresse prolongée après la floraison compromet sérieusement la récolte.

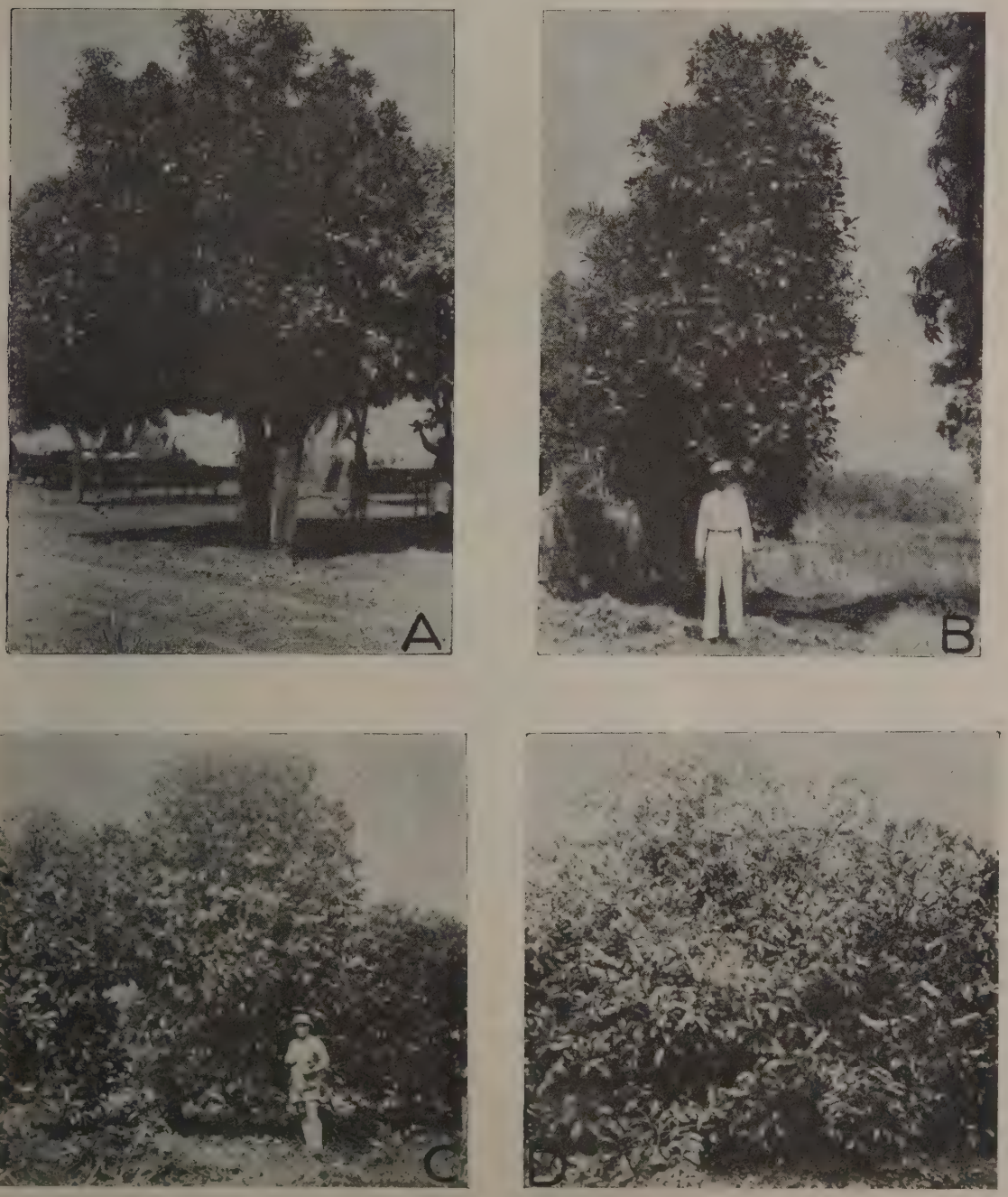


Fig. 5. *C. excelsa* ayant produit en 1955, A : 197 kg de cerises, à vingt-deux ans (région de Zémio) B : 158 kg (même âge) ; C : 117 kg ; D : 95 kg.

3) Homogénéité de la maturation des fruits pour la plupart des formes permettant une récolte unique, contrairement au *robusta*.

4) Sensibilité aux attaques de *Stephanoderes* bien inférieure à celle du *robusta* qui, certaines années, occasionne des dégâts très sérieux.

5) Grande productivité : 50 à 197 kg de cerises par arbre âgé de quinze à vingt ans, n'ayant reçu aucun soin cultural (Fig. 5), qui permet d'envisager la possibilité d'une production annuelle en Oubangui (20.000 ha) de 30 à 40.000 tonnes de café marchand. Tandis que, quel que soit l'effort technique porté sur la culture du *robusta* dont les possibilités d'extension en Oubangui sont limitées en raison de ses exigences climatiques, la production totale de ce caféier ne pourra pas dépasser 10.000 tonnes au maximum par an.

6) Non-nécessité de tailles et de recépages, indispensables au *robusta*, réduisant ainsi les frais d'entretien et assurant une production continue.

7) Valeur gustative supérieure à celle du *robusta*.

Ces avantages justifient les efforts réalisés pour résoudre le problème de la trachéomycose et garantir la reprise de la culture de l'*excelsa* en mettant à la disposition des planteurs européens et africains des semences de caféiers démontrés résistants à la deuxième descendance.

Nos recherches de lignées et d'individus trachéomycorésistants par la méthode des contaminations artificielles ont été entreprises en 1950 sur cinq mille caféiers issus de quatre lignées illégitimes de *C. excelsa* et poursuivies depuis sur un nombre de lignées toujours croissant.

1. Méthode de test de résistance

Les caféiers issus de graines prélevées sur des arbres généralement âgés de plus de dix ans, présentant une végétation vigoureuse et une grande productivité et porteurs de blessures anciennes nombreuses sans manifester aucun signe extérieur de trachéomycose, ont été contaminés à l'âge de un an à dix-huit mois avec des conidies et du mycélium de *F. xylarioides*.

Préparation de l'inoculum

Le champignon est isolé directement à partir des tissus internes de troncs de *C. excelsa* morts, ou mourants, naturellement de la maladie, sur milieu potato dextrose agar (Difco) à pH 6,5. Les cultures sont maintenues dans une étuve à 27°C et sont employées pour les contaminations huit à dix jours après l'ensemencement et après vérification microscopique. Nous opérons avec des cultures de huit à dix jours car, à cet âge, le champignon manifeste le maximum de prolifération et de sporulation. Il a été démontré expérimentalement qu'il perd une grande partie de sa virulence à la suite de repiquages successifs, aussi l'emploi de cultures issues de repiquages est à rejeter.

Technique d'inoculation (Fig. 6)

Nous avons essayé de procéder à une technique d'inoculation se rapprochant des conditions naturelles d'infection en mettant directement au contact des tissus internes des caféiers une quantité importante de spores et de mycélium du champignon.

La tige est tout d'abord nettoyée à l'aide de coton imbibé de formol à 3 % ou de bichlorure mercurique à 2 ‰, puis de coton imbibé d'eau distillée et stérile. Une blessure de 1-2 cm² de surface environ, et qui atteint le cylindre central en profondeur, est ouverte à 10 cm au-dessus du collet à l'aide d'un scalpel désinfecté. Après soulèvement de la languette d'écorce de bas en haut, l'inoculum préparé dans les conditions précitées est déposé à la surface de la blessure. L'écorce est ensuite appliquée à nouveau sur la plaie. A ce niveau, la tige est entourée de coton hydrophile imbibé d'eau stérile, puis d'un carton ondulé, l'ensemble étant maintenu par une ficelle. Quinze jours après l'inoculation, carton et coton sont enlevés et cette partie de la tige exposée à l'air libre.

Le nombre de contaminations est subordonné au pourcentage de mortalité observé après chacune pour chaque lignée. Si aucun symptôme de la maladie n'est constaté un à trois mois après l'inoculation, suivant l'âge du caféier, l'opération est répétée. En général, sur les caféiers de un et deux ans, les symptômes apparaissent au bout de un à deux mois et la mort survient dix-quinze jours plus tard. La résistance est éprouvée par douze contaminations successives espacées chacune de un à trois mois : un à deux mois pour les six premières inoculations et deux à trois mois pour les autres, portant ainsi à deux ans et demi environ la durée des essais d'inoculations des caféiers de cet âge. L'utilisation de plus jeunes sujets permet de tester plus rapidement le comportement des caféiers à l'égard de la maladie. Si aucune mortalité n'a été observée sur l'ensemble des pieds d'une lignée ou sur un certain nombre d'individus, cette lignée ou ces individus constitueront autant de

Fig. 6. Technique d'inoculations artificielles.

A : Ouverture d'une blessure par soulèvement d'une languette d'écorce et mise à nu du bois. B : Prélèvement du champignond'un tube de culture âgée de huit à dix jours. C : Soulèvement de l'écorce et dépôt de mycélium et spores du champignon à la surface du cylindre central. D : Application de l'écorce contre le bois et pose d'une bande de coton hydrophile imbibée d'eau stérile sur cette portion de tige. E : Pose d'un carton qui, ficelé, maintient le coton en place. F : Ce même *C. excelsa* après l'inoculation.

pieds-mères «présumés résistants», dont la descendance F1 sera testée suivant le même processus. Parmi celle-ci, les sujets qui auront survécu à cette nouvelle série de douze inoculations seront déclarés considérés comme résistants. A son tour, la descendance F2 recevra douze inoculations et les pieds résistants serviront de porte-graines pour la distribution aux planteurs.

A Porto-Rico, Alvarez Garcia (3) empruntait la méthode de Wellman (28) pour tester la résistance des jeunes plantules de caféiers qu'il trempait dans le milieu liquide de Tochinai ensemencé avec le *Fusarium*. Il obtenait ainsi des résultats positifs dans 10 % des cas.

En Côte d'Ivoire, Meiffren (20) suit la technique d'inoculations employée aux Etats-Unis par Armstrong (4) pour tester le comportement des cotonniers à l'égard du *Fusarium vasinfectum* Atk. agent du wilt. Dans le milieu liquide d'Armstrong, ensemencé huit jours auparavant par le *Fusarium xylarioides* récemment isolé et dilué de moitié, on trempe les racines de plantules de caféiers âgées de moins d'un an préalablement désinfectées dans une solution de bichlorure mercurique à 1 ‰ et blessées légèrement aux racines et au collet. Pour chaque série, cent vingt plants sont ainsi préparés et repiqués en serre dans des bacs.

Au Congo Belge, Fraselle (30) pratiquait, en 1950, une technique analogue en trempant le système radiculaire de jeunes plantules porteurs de deux à quatre feuilles dans une culture en milieu liquide dilué du *Fusarium* isolé d'un caféier malade. En 1951 (31) la méthode d'inoculations par blessures de l'écorce était appliquée sur de jeunes caféiers transplantés, après leur reprise en pépinière, sans succès ; tandis qu'en 1952 (32) les résultats de cette technique appliquée au niveau de blessures faites dans les parties aériennes (tiges) de caféiers de deux ans permettaient à l'auteur de conclure que les blessures étaient nécessaires à la contamination et que « l'emplacement de ces blessures aux parties aériennes, non aoûtées, serait une condition prédisposant à l'infection ».

La technique de contamination mise au point par Armstrong à propos du wilt des cotonniers est basée sur le fait que l'infection de ceux-ci se fait dans le sol par les poils absorbants. A notre avis, elle n'est pas valable pour la fusariose des caféiers étant donné que la pénétration du parasite se fait par une blessure des parties aériennes ou des racines dénudées. En outre, une seule inoculation n'est pas suffisante pour définir le degré de sensibilité d'une lignée ou d'un individu à l'égard du *F. xylarioides*. En effet, les multiples essais effectués à Boukoko sur un nombre important de caféiers ont montré qu'un pourcentage élevé de nouveaux pieds, qui diminue progressivement, meurt après chaque inoculation. Par contre nous pensons qu'après avoir survécu à douze inoculations une lignée ou un individu peut être déclaré résistant.

2. Recherches expérimentales

Première série de tests de résistance

En 1950-51, ces tests étaient effectués suivant la technique de contaminations artificielles exposée ci-dessus, sur cinq mille pieds F1, âgés de un à cinq ans, descendants illégitimes de quatre lignées de *C. excelsa*, A 24, A 28, A 29 et B 28. Celles-ci se sont révélées particulièrement sensibles à la trachéomycose et la mortalité atteignait 100 % à la suite de la deuxième ou de la troisième inoculation suivant les lignées.

Les descendants de la lignée A 28 (mortalité totale après la deuxième inoculation) nous ont permis de constituer une parcelle de 1 ha qui, depuis 1952, sert de champ d'essais des traitements préventifs contre la trachéomycose. Les pieds-mères des quatre lignées subissent les mêmes traitements depuis 1949.

Deuxième série de tests

Elle était entreprise en 1953 sur près de dix mille caféiers âgés de dix-huit mois, représentant vingt-quatre lignées illégitimes, testés suivant la même méthode. Les contaminations ont été effectuées avec la race physiologique A du *Fusarium* démontrée la plus virulente.

Les plants provenaient de graines récoltées en janvier 1951 sur des *excelsa* âgés de quinze à vingt ans, vestiges des anciennes plantations européennes et africaines de l'Est Oubangui et jusqu'ici épargnés par la trachéomycose. D'autres provenaient de Boukoko et du Cameroun. Les graines avaient été prélevées sur les arbres les plus productifs présentant une végétation vigoureuse, apparemment sains et exempts de tout signe extérieur de manifestation de la maladie. Les arbres présentant de nombreuses plaies, anciennes de plusieurs années, avaient été de préférence choisis pour la récolte des semences.

Origine des arbres-mères

District de Kouango, Plantation Santos	4	arbres	2.000 cerises
District d'Alindao, Plantation Pavica	4	»	2.000 »
District de Kembé, Plantation autochtone	2	»	1.000 »
District de Bakouma, Plantation Pachéco	4	»	2.000 »
Route Bambari-Bakala, Plantation autochtone	1	»	200 »
District de Bakala, Plantation Banzili	1	»	200 »
District de Bakala, Plantation du Poste	1	»	300 »
District de M'Baïki, Boukoko A 28	1	»	2.000 »
Station d'Ebolowa, Cameroun, *excelsa* Java	6	»	1.500 »

Résultats :

a) Lignées sensibles.

Origine des arbres-mères	Arbres mères	Pieds inoculés par lignée	Première inoculation			Deuxième inoculation			Mortalité
			Date	Pieds morts	Pieds vivants	Date	Pieds morts	Pieds vivants	
Plantation Santos (D. Kouango)	I	500	22/1	488	12	20/4	12	0	100 %
	II	500	»	185	315	»	315	0	100 %
	III	500	»	415	85	»	85	0	100 %
	IV	500	»	295	205	»	205	0	100 %
Plantation Pavica (D. Alindao)	I	500	15/1	432	68	25/3	68	0	100 %
	II	500	»	312	188	»	188	0	100 %
	III	500	17/1	275	225	»	225	0	100 %
	IV	500	»	445	55	»	55	0	100 %
P. africaine (D. Kembé)	I	500	5/2	317	183	16/4	183	0	100 %
	II	500	»	248	252	»	252	0	100 %
Plantation Pachéco (D. Bakouma)	I	500	27/1	153	347	12/4	347	0	100 %
	II	500	»	275	225	»	225	0	100 %
	III	500	30/1	311	189	»	189	0	100 %
	IV	500	»	430	70	»	70	0	100 %
Bakala-poste	I	300	7/2	233	67	29/4	67	0	100 %
Boukoko A28	I	1.000	10/1	837	163	17/3	163	0	100 %
Station d'Ebolowa (Cameroun) *excelsa* Java	I	250	7/8	250	0	—	—	—	100 %
	II	250	»	250	0	—	—	—	100 %
	III	250	8/8	250	0	—	—	—	100 %
	IV	250	»	250	0	—	—	—	100 %
	V	250	9/8	250	0	—	—	—	100 %
	VI	250	»	250	0	—	—	—	100 %

La sensibilité de ces neuf mille huit cents caféiers contaminés provenant de vingt-deux pieds-mères de *C. excelsa* d'Oubangui et du Cameroun, âgés de quinze à vingt ans, est totale.

b) Lignées présumées résistantes.

Les jeunes caféiers (dix-huit mois) provenant des graines de deux arbres situés l'un, le long de la route Bambari-Bakala et l'autre, autour du village de Banzili, ont subi sept inoculations au cours de l'année 1953, deux en 1954 et trois en 1955, soit douze inoculations successives avec la race physiologique A du *F. xylarioides*. La totalité des caféiers ne présente, en décembre 1955, aucun signe extérieur de la maladie. Il s'agit des lignées A 86 (trente-neuf pieds) et A 161 (vingt-neuf pieds). Le tableau ci-après indique la répartition des inoculations et les résultats obtenus :

Numéro des inoculations	Dates des inoculations	Lignée A 86 (Route Bambari-Bakala)		Lignée A 161 (Banzili)	
		Pieds inoculés	Mortalité	Pieds inoculés	Mortalité
1	7-1/1953	39	0	29	0
2	30-3	»	0	»	0
3	28-5	»	0	»	0
4	30-7	»	0	»	0
5	21-9	»	0	»	0
6	9-11	»	0	»	0
7	29-12	»	0	»	0
8	23-1/1954	»	0	»	0
9	9-9	»	0	»	0
10	3-5/1955	»	0	»	0
11	7-7	»	0	»	0
12	13-9	»	0	»	0

Signalons que tous les arbres de ces deux lignées présentaient une cicatrisation très rapide des plaies au niveau des blessures de contamination avec formation de bourrelets cicatriciels épais, phénomène qui n'avait été observé jusqu'ici sur aucun caféier des lignées d'*excelsa* sensibles à la trachéomycose. De nombreuses boutures ont été prélevées sur l'ensemble des caféiers de ces deux lignées en vue d'une multiplication clonale. Elles ont été transplantées dans une parcelle isolée, entourée par la forêt. A la suite de l'ablation d'un grand nombre de racines lors de l'arrachage, quatre pieds ont dépéri.

Conclusions

En considérant les résultats obtenus sur neuf mille huit cents caféiers de même âge représentant vingt-deux lignées, contaminés aux mêmes époques avec la même race physiologique A, plantés dans le même terrain, ayant reçu les mêmes soins culturaux et se trouvant dans les mêmes conditions de microclimat, — c'est-à-dire mort totale de l'ensemble après deux contaminations —, tandis qu'aucun signe d'infection ne se manifeste après douze inoculations effectuées dans les mêmes conditions et avec le même matériel : nous pouvons présumer que ces deux lignées sont trachéomycorésistantes. Il est cependant nécessaire de vérifier si la résistance persiste sur les caféiers ayant atteint l'âge d'entrer en production et si elle se transmet à la descendance F2 puisqu'il s'agit de lignées illégitimes. Les deux pieds-mères ont été malheureusement brûlés par les feux de brousse en 1954, ce qui nous oblige à attendre le comportement de la descendance vis-à-vis du *F. xylarioides*.

Troisième série de tests

En 1952, mille cent quatre-vingt-dix-neuf caféiers âgés de six mois et appartenant à dix-huit lignées d'*excelsa* ont été mis en place dans une parcelle de 2 ha. De mai 1953 à août 1955, ils ont subi douze inoculations successives (Fig. 7). Les résultats figurent dans le tableau ci-après.

Nous considérons ces trois cent quatre-vingt-trois caféiers qui, six mois après la onzième inoculation et quatre mois après la douzième, ne présentent aucun symptôme apparent de la maladie, comme « présumés résistants ». En 1954, cent trente-cinq parmi eux étaient entrés en production et, sur chacun, nous avions prélevé cent graines semées en pépinière en janvier 1955. Sur ces jeunes

Fig. 7. A et B : Vues d'une parcelle de 2 ha comportant trois cent quatre-vingt-trois *C. excelsa* (dix-huit lignées) qui ont résisté à douze inoculations artificielles. C : Un de ces caféiers, âgé de trois ans.

Nombre d'inoculations	Dates	Nombre de pieds inoculés	Résultats		Mortalité par inoculation
			Pieds morts	Pieds vivants	
1	4-5/1953	1.199	363	836	30,2 %
2	17-8	836	188	648	22,4 %
3	9-11	648	97	551	14,9 %
4	31-12	551	26	525	4,7 %
5	6-1/1954	525	40	485	7,6 %
6	21-9	485	39	446	8 %
7	27-10	446	30	416	6,7 %
8	27-12	416	15	401	3,6 %
9	25-2/1955	401	8	393	1,9 %
10	20-4	393	10	383	2,5 %
11	17-6	383	0	383	0
12	2-8	383	0	383	0

caféiers F1, la première inoculation a eu lieu en octobre. Jusqu'en décembre, aucune mortalité n'a été observée. La série totale de douze inoculations se poursuivra en 1956. Si la descendance de ces arbres se confirme résistante, la Station de Boukoko pourra fournir environ deux cents kilogrammes de semences au Service de l'Agriculture.

Quatrième série de tests

Deux cent cinquante caféiers issus de graines d'un *excelsa* âgé de quinze ans (Plantation de la Koundji, Kembé), seul survivant d'une ancienne plantation dévastée par la trachéomycose, ont été soumis à l'épreuve des inoculations à l'âge de dix-huit mois.

Nombre d'inoculations	Dates	Nombre de pieds inoculés	Résultats		Mortalité par inoculation
			Pieds morts	Pieds vivants	
1	7-1/1953	250	85	165	34 %
2	30-3	165	54	111	32,7 %
3	28-5	111	31	80	27,9 %
4	30-7	80	18	62	22,5 %
5	21-9	62	13	49	20,9 %
6	9-11	49	15	34	30,6 %
7	29-12	34	11	23	32,3 %
8	21-1/1954	23	4	19	17,3 %
9	4-10	19	2	17	10,5 %
10	28-12	17	5	12	29,4 %
11	21-1/1955	12	0	12	0
12	3-3	12	0	12	0

Ces douze caféiers survivants ne présentent aucun signe extérieur d'infection neuf mois après la douzième inoculation. Parmi eux, certains portent des graines et le comportement de leur descendance sera testé en 1956.

Cinquième série de tests

Elle a porté sur neuf cent quatre-vingt-dix-huit caféiers *excelsa* dont les semences avaient été prélevées sur neuf arbres de la parcelle X de la Station de Boukoko, âgés de dix ans et choisis

Fig. 8. Vue partielle d'une pépinière d'*excelsa* dont la presque totalité des neuf cent quatre-vingt-dix-huit pieds (neuf lignées), âgés de dix-huit mois, sont morts après la deuxième inoculation artificielle.

parmi les meilleurs au point de vue végétation et productivité. La première inoculation a eu lieu lorsqu'ils avaient dix-huit mois. Les résultats consignés dans le tableau ci-après montrent la grande sensibilité de ces neuf lignées en totalité disparues au bout de cinq contaminations (Fig. 8) :

Lignées inoculées	Pieds inoculés	Première inoculation 4-1-54		Deuxième inoculation 21-9-54		Troisième inoculation 26-10-54		Quatrième inoculation 21-1-55		Cinquième inoculation 28-2-55		Mortalité
		Pieds morts	Pieds vivants	Pieds morts	Pieds vivants	Pieds morts	Pieds vivants	Pieds morts	Pieds vivants	Pieds morts	Pieds vivants	
Bambala	200	112	88	49	39	15	24	16	8	8	0	100 %
P × 28	100	53	47	27	20	13	7	6	1	1	0	100 %
P × 83	100	32	68	39	29	17	12	10	2	2	0	100 %
P × 217	100	40	60	25	35	15	20	10	10	10	0	100 %
P × 118	100	44	56	28	28	9	19	12	7	7	0	100 %
P × 1	98	64	34	23	11	8	3	3	0	0	0	100 %
P × 258	100	49	51	32	19	12	7	5	2	2	0	100 %
P × 118	100	39	61	24	37	15	22	12	10	10	0	100 %
P × 236	100	62	38	19	19	8	11	6	5	5	0	100 %

FIG. 9. Pépinière comportant trente-trois lignées de *C. excelsa* soumis aux essais de tests de résistance. A : Vue partielle. B : Quelques-uns de ces jeunes caféiers, âgés d'un an, ayant subi la première inoculation. C : Lignée CE 7, mortalité presque totale après la première inoculation. D : Lignée CE 13, mortalité totale après la deuxième.

Sixième série de tests

En 1955, les tests de résistance portent sur cent lignées plantées en septembre 1954 dans trois pépinières. Les semences avaient été prélevées sur des arbres répartis dans les zones est et nord de l'Oubangui, généralement âgés de quinze à vingt-cinq ans et choisis parmi les meilleurs producteurs, de préférence porteurs de nombreuses et anciennes blessures.

Les inoculations artificielles ont commencé en janvier 1955 (Fig. 9). Jusqu'en décembre, trente-trois lignées représentées par neuf mille deux cent soixante-trois caféiers ont subi sept contaminations successives dont le tableau suivant résume les résultats. Les plantules des soixante-sept lignées restantes, par suite d'un développement insuffisant dû probablement à la qualité du terrain, n'ont subi que quatre inoculations.

Pieds morts

Lignées testées	Pieds inoculés	Dates d'inoculations 1955							Mortalité
		Première 10/1	Deuxième 22/3	Troisième 18/5	Quatrième 19/7	Cinquième 19/8	Sixième 19/9	Septième 22/10	
CE A	222	9	23	34	90	9	1	5	77 %
CE A 3	106	9	45	45	5	2	—	—	100 %
CE A 6	437	29	150	202	26	18	6	3	99,3 %
CE A 20	82	5	77	—	—	—	—	—	100 %
CE C	348	1	117	103	59	38	6	7	95,1 %
CE CH. 1	486	3	18	100	94	56	25	14	63,7 %
CE CH. 2	490	5	111	109	70	24	11	7	68,9 %
CE CH. 3	375	0	53	103	44	28	10	9	65,8 %
CE CH. 4	406	11	18	128	106	36	19	9	80,5 %
CE 2	157	5	3	29	80	22	4	3	92,9 %
CE 5	173	9	92	40	8	2	0	0	87,2 %
CE 7	200	185	10	5	—	—	—	—	100 %
CE 8	344	0	200	103	20	6	4	0	96,8 %
CE 9	328	32	64	100	85	21	11	2	96 %
CE 9 A	309	9	185	74	21	9	6	0	98,3 %
CE 10	139	15	40	84	—	—	—	—	100 %
CE 12	404	20	54	137	70	50	39	6	93 %
CE 13	45	0	45	—	—	—	—	—	100 %
CE 14	421	18	62	250	47	31	4	2	98,3 %
CE 16	294	40	186	45	17	6	—	—	100 %
CE 19	307	127	2	85	62	9	6	5	96,4 %
CE 20	408	0	0	29	41	30	10	0	26,9 %
CE 23	402	20	70	200	64	30	9	6	99,2 %
CE 27	386	20	59	107	36	18	10	18	69,4 %
CE 31	230	14	21	45	60	16	10	7	75 %
CE 48	339	2	13	0	0	0	0	0	4,6 %
CE 55	77	5	13	4	0	0	0	0	28,5 %
CE 57	392	193	7	52	48	36	18	2	90,8 %
CE 59	431	0	71	30	15	6	3	1	29,2 %
CE 69	79	8	15	8	6	3	1	0	51,8 %
CE 72	92	11	17	37	9	8	6	4	100 %
CE 74	70	17	30	23	—	—	—	—	100 %
CE 76	284	0	14	60	28	2	1	0	36,9 %

Parmi ces lignées dont la mortalité varie de 4,6 à 100 %, les CE 48, CE 20, CE 55, CE 59 et CE 76 se sont révélées les plus intéressantes. Les caféiers restants de chaque lignée ayant échappé à la maladie subiront les cinq dernières inoculations espacées chacune de deux mois. Ceux qui résisteront seront alors mis en place et considérés comme « présumés résistants » jusqu'à ce que leur descendance F1 soit testée le même nombre de fois.

Programme pour 1956-1957

D'une tournée effectuée en janvier-février 1955 dans les zones est et nord de l'Oubangui, comprises entre les 4° et 8° de latitude Nord, nous avons rapporté plus de cinq cent mille graines provenant de cinq cents arbres choisis parmi les plus âgés (vingt-trente ans) et les plus productifs dans les régions d'Obo, Zémio, Rafaï, D'Jémah, Bakouma, Bangassou, Kembé, Ouango, Alindao,

Bambari, Kouango, Bakala, Fort-Sibut, ainsi que sur les rives du Kerré et du Chinko (*excelsa* spontanés). D'autres graines proviennent de la zone sud-ouest du Territoire (région de la Lobaye). Les graines ont été semées en germoir en février et cent trente-sept mille plantules, représentant cinq cent douze lignées, transplantées en juillet en pépinière. Les premières inoculations ont commencé en novembre.

Conclusion

En résumant les résultats de l'ensemble des tests de résistance de cinquante-six lignées illégitimes (F1) de *C. excelsa* à l'égard de la trachéomycose, effectués de 1950 à 1955, on constate que sur dix-sept mille trois cent quinze caféiers, quatre cent soixante-trois pieds seulement sont « présumés résistants ». Le pourcentage de résistance est par conséquent extrêmement faible et jusqu'ici ne dépasse pas 2,6 % dans les conditions des expériences.

Parmi les trente-trois autres lignées illégitimes (F1) représentées par neuf-mille deux-cent soixante-trois caféiers testés en 1955, deux mille cent vingt-huit pieds appartenant à vingt-cinq lignées ont résisté à sept inoculations. Il est probable que ce nombre baissera au cours des derniers tests.

Recherche de lignées de *C. robusta* trachéomycorésistantes

Des tests de résistance de plusieurs lignées illégitimes (F1 et F2), provenant de pieds-mères de *C. robusta* sélectionnés par le Laboratoire de Génétique de la Station de Boukoko, ont été effectués de 1950 à 1955 sur des pieds âgés de un à huit ans. Nous avons suivi la même technique d'inoculations — avec des souches de *F. xylarioides* isolées directement sur *robusta* — et la même méthode de tests que pour la recherche de lignées résistantes de *C. excelsa*.

Première série de tests

Quatre cents caféiers F1 de chacune des lignées suivantes, âgés de un à deux ans placés en pépinière ou dans des bacs en ciment à fond perméable, ont subi quatre inoculations en 1950 et huit en 1951-52, espacées chacune de trois mois. Les résultats étaient les suivants :

Lignées	Caféiers testés	Caféiers morts	Mortalité
B 85	400	400	100 %
A 583	400	400	100 %
I 502	400	300	75 %
I 328	400	200	50 %
B 10	400	0	0
A 445	400	0	0

Les lignées I 328, I 502, A 583 et B 85 présentant une sensibilité variant de 50 à 100 % ont été éliminées, alors que les B 10 et A 445 étaient multipliées.

Deuxième série de tests

Elle a porté sur des lignées illégitimes (F I et F 2) B 10 et (F 1) A 445. Le but de ces essais, effectués sur un nombre assez réduit de pieds, était de vérifier leur comportement, à des âges différents, à l'égard de la trachéomycose.

1) Lignée B 10.

Descendance F1. — Douze inoculations ont été effectuées de 1952 à 1955 sur les lots de caféiers suivants :

Premier lot : cent cinquante pieds, première inoculation à un an (pépinière Quarantaine XIII).
Deuxième » : cent cinquante » » un à deux ans (pépinière Kaou).
Troisième » : quatorze » » quatre ans (parcelle XV).
Quatrième » : dix-neuf » » cinq ans (parcelle XII).
Cinquième » : vingt-cinq » » huit ans (parcelle IX).

Jusqu'en décembre 1955, aucune mortalité n'a été relevée sur l'ensemble des pieds. La résistance à la trachéomycose est totale.

Descendance F2 — Douze inoculations ont été effectuées de 1952 à fin 1953 sur trois lots de caféiers issus des descendants F1 de la lignée B 10 :

Premier lot : trente pieds plantés en bacs, première inoculation à l'âge de un an.
Deuxième » : trois cent trente-cinq » en pépinière (Kaou) » » un an.
Troisième » : quatre cents » (Quarantaine XIII) » deux ans.

Aucune mortalité n'a été observée jusqu'à ce jour sur ces sept cent soixante-cinq descendants F2 de la lignée B10.

2) Lignée A 445.

Les essais de tests de résistance de cette lignée ont porté sur les lots suivants (F1) qui ont reçu également douze inoculations :

Premier lot : cinquante pieds, première inoculation à l'âge de quatre ans.
Deuxième lot : deux cent cinquante » » » trois ans.

La totalité des pieds testés ne présente aucun symptôme de trachéomycose.

Troisième série de tests

En 1955, les tests de résistance ont été entrepris sur quatorze lignées illégitimes F1 de *C. robusta* âgés de deux ans, à savoir : III-440, IX-13, III-248, III-34, III-127, IV-96, IX-362, VII-293, V-512, IX-228, I-128, IV-310, IX-242 et I-328.

Les résultats de leur comportement ne seront connus que fin 1956.

Conclusions

Les douze inoculations successives de *Fusarium xylarioides*, isolé de *C. robusta*, effectuées d'une part, sur sept cent cinquante-huit pieds F1 illégitimes de la lignée *robusta* B IO, et, d'autre part, sur sept cent soixante-cinq pieds F2 illégitimes de la même lignée, n'ayant abouti à provoquer aucune mortalité, nous pouvons considérer cette lignée comme résistante à la trachéomycose. Bonne productrice, elle est multipliée largement en vue de mettre les semences à la disposition des Services de l'Agriculture et des planteurs.

Les tests de résistance de la descendance F2 de la lignée A 445 dont sept cents caféiers F1 ont résisté à douze inoculations seront effectués en 1955-56. Si les résultats sont toujours négatifs, les semences de cette lignée — bonne productrice — qui est également multipliée, seront distribuées.

Laboratoire de Phytopathologie
de la Station Centrale de Boukoko (A. E. F.).
Décembre 1955.

RÉSUMÉ. — *La trachéomycose des caféiers due à* Fusarium xylarioides Stey., *qui sévit depuis* 1927 *sur* C. excelsa *et, depuis* 1949 *et* 1950, *sur* C. neo-Arnoldiana *et* robusta *a fait l'objet d'une étude morphologique, biologique et expérimentale, publiée dans cette Revue en* 1951.

Depuis, nos recherches ont permis de déceler, au sein de cette espèce, trois races physiologiques morphologiquement distinctes et à degré de virulence différent vis-à-vis de la même espèce de Coffea.

Les expériences ont montré qu'en aucun cas la maladie est transmise par les semences, même par celles provenant de caféiers atteints. Le problème de la pénétration du parasite et de l'infection des caféiers a fait l'objet de nombreuses controverses de la part des spécialistes ; les expériences, ainsi que les observations dans la nature, nous ont permis d'établir qu'elles se font à partir de blessures des parties aériennes (collet, tige, branches, rameaux), ou par les racines superficielles mises à nu et blessées, en aucun cas par les racines profondes et non blessées, le champignon étant incapable de franchir les tissus intègres et subérifiés de l'écorce.

L'application scrupuleuse des mesures prophylactiques énumérées, en particulier la destruction méthodique de tous les foyers de contamination, permet de limiter l'extension de la trachéomycose. Elles doivent être complétées par des mesures de protection efficace des caféiers qui consistent en traitements préventifs cupro-insecticides et badigeonnages des troncs et grosses branches, effectués trois à quatre fois par an, ainsi qu'en désinfection de toute blessure.

Les traitements curatifs internes au sulfate d'oxyquinoléine se sont révélés inefficaces ; par contre les injections de sulfate de cuivre ont donné de bons résultats, mais ce procédé de lutte s'avère anti-économique et difficile à appliquer.

La recherche de lignées résistantes ou tolérantes à la maladie est la méthode la plus rationnelle pour éliminer cette grave épiphytie.

Les tests de résistance sur C. excelsa *ont prouvé la grande sensibilité de cette espèce à l'égard de* F. xylarioides : *sur cinquante six lignées testées, représentées par plus de dix sept mille sujets, deux seulement (A* 86 *et A* 161 : *soixante huit pieds) ont montré une résistance totale ; parmi dix sept mille deux cent quarante sept pieds des autres lignées, trois cent quatre vingt treize, dont trois cent quatre vingt trois sont entrés en production — ont résisté aux douze inoculations artificielles. Le pourcentage de résistance ne dépasse pas* 2,6 *dans les conditions des expériences. D'une nouvelle série inachevée de tests portant sur trente trois lignées, cinq d'entre elles (CE* 48, *CE* 20, *CE* 55, *CE* 59 *et CE* 76) *présentent, après sept inoculations, une sensibilité variant de* 4 *à* 36 %, *les autres de* 51 *à* 100 %.

Les tests de résistance, sur C. robusta *ont permis de déceler deux lignées résistantes à la trachéomycose : B* 10 *et A* 445, *dont les descendances, F* 1 *et F* 2 *pour la première et F* 1 *pour la seconde, ont été testées et démontrées résistantes. Ces lignées sont multipliées et les semences distribuées aux planteurs.*

SUMMARY. — *Tracheomycosis, a disease of coffee trees, caused by* Fusarium xylarioides Stey., *which has been observed on* C. excelsa *since* 1927, *and on* C. neo Arnoldiana *and* robusta *since* 1949 *and* 1950, *was abready mentioned in this publication, in* 1951, *when the results of morphological, biological and experimental investigations were given.*

Since then, further investigations have enabled us to discover, within the same species, three physiologic strains, morphologically distinct from one another, and attacking a single species of Coffea *with more or less virulence.*

Experiments undertaken have shown that, whichever be the case, this disease is never transmitted by the seeds, even when the latter come from diseased trees. Technicians opinions as regards parasite penetration and trees infection are numerous and controversial ; however experimental work and field observations show that both enter through the wounds of aerial parts (root-neck, stem, branches and twigs) or through deteriorated or wounded surface roots, but never through deep laying and unaffected roots, as the fungus cannot penetrate the sound and corky tissues of the bark.

Provided the prophylactic measures described are scrupulously applied, and in particular, methodic destruction of every contamination center is carried out, propagation of tracheomycosis can be limited. Such measures should be completed by efficient protective measures including preventive cuprocide treatments and painting of stems and, large branches three or four times a year, together with disinfection of every wound.

Internal treatments with oxyquinoline sulphate have proved to be inefficient ; but copper sulphate injections were sucessful, yet the latter is uneconomic and difficult in its application.

The discovery of strains resistant or tolerant to the disease seems to be the most rational method for the elimination of this severe epiphysitis.

Resistance tests carried out on C. excelsa *have stressed this species great susceptibility to* F. xylarioides *of the fifty six strains tested and representing over seventeen thousand plants, only two of them, i. e. : A* 86 *and A* 161 *representing sixty eight plants have proved to be totally resistant and among the seventeen thousand two hundred and forty seven plants of the other strains, three hundred and ninety three, — of which three hundred and eighty three are in production — have resisted to twelve experimental inoculations. Under present experimental conditions resistance percentage is not more than* 2.6 %. *In a new sequence of tests, still under observation, and in which thirty three strains are involved, five of these (CE* 48, *CE* 20, *CE* 55, *CE* 59 *and CE* 76), *following seven inoculations, have shown a degree of susceptibility varying from* 4 *to* 36 %, *and the rest from* 51 *to* 100 %.

Resistance tests carried out on C. robusta *have brought to light two strains resistant to tracheomycosis : B* 10 *and A* 445, *the offsprings of which, i. e., F*1 *and F*2 *for the former and F*1 *for the latter,*

were put to test and showed resistance. Multiplication of these strains is being carried out and the seeds thereof are distributed to the planters.

RESUMEN. — *La tracheomycosis del cafeto debida a* Fusarium xylarioides Stey. *que se ha observada desde* 1927 *sobre* C. excelsa *y desde* 1949 *y* 1950, *sobre* C. neo-Arnoldiana *y* robusta *ha ya sido objeto de un estudio morfologico, biologico y experimental publicado en esta misma Revista en* 1951.

Desde entonces aca, nuestras investigaciones permitieron descubrir, dentro de la misma especie, tres lineas fisiologicas morfologicamente distintas una de otra y con grados diferentes de virulencia al atacar una misma especie de Coffea.

Los experimentos demostraron que, en ningun caso, la enfermedad puede ser transmitida por las semillas, mismo si estas provienen de cafetos enfermos. El problema de la penetracion del parasito y de la infeccion del cafeto ha sido objeto de numerosas controversias entre los tecnicos ; pero, los experimentos tambien como las observaciones en el campo han permitido establecer que ambas se realizan a partir de las heridas de las partes aereas (cuello de la raiz, tallo, ramas y ramos) o sea por las raices superficiales desnudadas y heridas, pero en ningun caso por las raices profundas y non heridas, ya que el hongo no puede atraversar los tejidos sanos y suberosos de la corteza.

La aplicacion escrupulosa de las medidas profilacticas indicadas, y en particular, la destruccion metodica de todos los centros de contaminacion permite a limitar la propagacion de la tracheomycosis. Estas medidas tienen que ser completadas por eficientes medidas de proteccion de los cafetos, es decir tratamientos preventivos cuprocidos aplicados con brochon tres a cuatro veces por año a los tallos y ramos importantes, tambien como la desinfeccion de todas las heridas.

Los tratamientos curativos internos con sulfato de oxiquinoleina se revelaron ineficientes ; al contrario inyecciones de sulfato de cobre resultaron exitosas, pero esto procedimiento es anti-economico y de aplicacion bastante dificil.

La descubierta de lineas resistentes o tolerantes a esta enfermedad constituye el metodo lo mas racional para eliminar esta grave epificia.

Los ensayos de resistencia sobre C. excelsa *demostraron la gran snsibilidad de esta especie con respecto a* F. xylarioides : *de las cincuenta y seis lineas ensayadas, representadas por mas de diez y siete mil plantas, solas dos : A* 86 *y A* 161, *es decir sesenta y ocho plantas presentaron una resistencia total ; entre los diez y siete mil dos cientos cuarenta y siete plantas perteneciendo a las otras lineas, tres cientos noventa y tres entraron en produccion y resistieron a doce inoculaciones artificiales. El porcentaje de resistencia no sobra* 2,6 *en las condiciones de experimentacion. En una nueva serie de ensayos, todavia non acaba, tratando de trenta y tres lineas, cinco de estas (CE* 48, *CE* 20, *CE* 55, *CE* 59 *y CE* 76) *presentan despues de siete inoculaciones una sensibilidad variando de* 4 *a* 36 %, *las otras de* 51 *a* 100 %.

Los ensayos de resistencia sobre C. robusta *permitiron la descubierta de dos lineas resistente a la tracheomycosis : B* 10 *y A* 445, *cuya progenie, F* 1 *y F* 2 *con respecto a la primera y F* 1 *por la segunda, ha sido ensayada y demostro su resistencia. Estas lineas se multiplican y la semillas estan distribuidas a los cafeteros.*

BIBLIOGRAPHIE

1. Alvarez Garcia (L. A.). — *In* Annual Report of the Agricultural Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico, 1939-40 (66 p., 1941).
2. — *In* Annual Report of the Agricultural Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico, 1940-41 (71 p., 1941).
3. — Studies on coffee root disease in Puerto Rico (*Journ. Agric. Univ., Puerto Rico*, XXIX, 1, p. 1-29, 1945).
4. Armstrong (G. M.). — A solution culture infection method used in the study of *Fusarium* wilts (*Phytopath.*, XXXI, 6, p. 549-53, 1941).
5. Delassus (M.). — La trachéomycose des caféiers en Côte d'Ivoire (Note dactyl., 3 p., Bingerville, 10 juillet 1950).
6. — La trachéomycose des caféiers en Côte d'Ivoire (*Bull. trim. C. R. A. Bingerville*, 2, p. 1-15, 1951).
7. — La trachéomycose du caféier. Résistance variétale (*Bull. trim. C. R. A. Bingerville*, 4, p. 11-3, 1951).
8. — La trachéomycose du caféier, *in* Contributions à l'étude du caféier en Côte d'Ivoire (*Bull. Scient. Sect. techn. Agric. Trop.*, 5, p. 345-8, 1954).
9. Esteve (G.). — Observations et réflexions sur la maladie de l'*excelsa*. Existe-t-il un remède ? (Rapp. 4 p. dactyl., Bangui, 31 août 1942).

10. Figuères (R.). — Sur le pourridié — ou folletage parasitaire — des caféiers en Oubangui (Rapp. 6 p., 27 juillet 1939).
11. — Sur une maladie très grave du caféier en Oubangui (Rapp. 11 p., 17 janvier 1940).
12. Fraselle (J. V.). — Observations préliminaires sur une trachéomycose de *C. robusta* (*Bull. Agr. Congo Belge*, XLI, 2, p. 361-372, 1950).
13. — Geortay (G.). — Une grave maladie du caféier « *Robusta* », la trachéomycose (*Bull. inf. I. N. E. A. C.*, I, 1-2, p. 87-102, 1952).
14. — Vallaeys (G.), Deknop (O.). — La lutte contre la trachéomycose du caféier à Yangambi et le problème que pose actuellement cette maladie au Congo Belge (*Bull. Inf. I.N.E.A.C.*, II, 6, p. 373-94, 1953).
15. Guillemat (J.). — Quelques observations sur la trachéomycose du *Coffea excelsa* (*Rev. Bot. appl. Agr. trop.*, XXVI, 288, p. 542-50, 1946).
16. Heim (R.). — La Carbuncullariose du caféier (*Rev. Myc., Suppl. colon.*, XV, 2, p. 89-98, 1950).
17. — Saccas (A. M.). — La trachéomycose des *Coffea excelsa* et *robusta* des plantations de l'Oubangui Chari (*C. R. Ac. Sc.* Paris, CCXXXI, 11, p. 536-8, 11 septembre 1950).
18. Jacques-Félix (H.). — Première action contre la trachéomycose du caféier en Côte d'Ivoire (*Min. F. O. M.*, Nogent, 11 p., 1950).
19. — — La Carbuncullariose, *in* Contributions à l'étude du Caféier en Côte d'Ivoire (*Bull. Scient. Sect. techn., Agric. Trop.* 5, p. 296-344, 1954).
20. Meiffren (M.). — Comment sont orientées les recherches sur la trachéomycose du caféier au Laboratoire de Phytopathologie (*Bull. trim. C. R. A. Bingerville*, 8, p. 91-6, 1923).
21. Mertens (M.). — Rapport technique et économique sur la Station Agricole de Lula (Stanleyville, Congo Belge) : Essais sur le caféier (*Bull. Agric. Congo Belge*, XIV, 2-3, p. 371-89, 1923).
22. Moreau (C. et M.). — Etude morphologique de *Gibberella xylarioides* Heim et Saccas, *in* Contributions à l'étude du caféier en Côte d'Ivoire (*Bull. Scient. Sect. techn. Agric. Trop.*, 5, p. 349-59, 1954).
23. Saccas (A. M.). — Recherches préliminaires sur la trachéomycose du *Coffea excelsa* Chev. (*Bull. Stat. Centr. Boukoko*, I, 1, p. 3-43, septembre 1950).
24. — La trachéomycose (Carbuncullariose) des *Coffea excelsa, neo-Arnoldiana* et *robusta* en Oubangui-Chari (*Agr. Trop.*, VI, 9-10, p. 453-506, 1951).
25. — Les variations dans l'aspect macroscopique et biométrique du *Fusarium xylarioides* Stey., agent de la trachéomycose des *excelsa*, liées aux races physiologiques (*Atti. VI^e Congr. Inter. Microbiol.*, V. Sez, 11, p. 208-16, Rome, 1953).
26. Silva (S.). — Uma séria doença do Cafeeiro (*Selec. Agr.* 9 (99), p. 29-32, juillet 1954).
27. Steyaert (R. L.). — Contributions à l'étude des parasites des végétaux du Congo Belge (*Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, LXXX, 1-2, p. 42-8, 1948).
28. Wellman (F. L.). — A technique for studying host resistance and pathogenicity in Tomato *Fusarium* wilt (*Phytopath.*, XXIX, 11, p. 945-56, 1939).
29. Wollenweber (H. W.), Reinking (O. A.). — Die Fusarien (P. Parey, Berlin, 1935).
30. X. — Rapport annuel pour l'exercice 1950 (*Publ. Inst. nat. Et. agron. Congo Belge*, p. 90-1, 148, 1951).
31. — Rapport annuel pour l'exercice 1951 (*Publ. Inst. nat. Et. Agron. Congo Belge*, p. 115-6, 172, 1952).
32. — Rapport annuel pour l'exercice 1952 (*Publ. Inst. nat. Et. Agro. Congo Belge*, p. 49, 77, 81, 82, 1953).